



TESIS-SS142501

***BACKTESTING UNTUK VALUE AT RISK PADA  
DATA RETURN SAHAM BANK SYARIAH  
MENGUNAKAN QUANTILE REGRESSION***

NUR ASMITA PURNAMASARI

1315201009

DOSEN PEMBIMBING

Dr.rer.pol. Heri Kuswanto, M.Si

Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, M.Si

PROGRAM MAGISTER

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017



THESIS-SS142501

**BACKTESTING OF VALUE AT RISK ON ISLAMIC  
BANKING STOCK RETURN USING QUANTILE  
REGRESSION**

NUR ASMITA PURNAMASARI

1315201009

SUPERVISOR

Dr.rer.pol. Heri Kuswanto, M.Si

Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, M.Si

MAGISTER PROGRAM

DEPARTMENT OF STATISTIC

FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCE

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2017

# **BACKTESTING UNTUK *VALUE AT RISK* PADA DATA RETURN SAHAM BANK SYARIAH MENGGUNAKAN *QUANTILE* *REGRESSION***

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Sains (M.Si)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Oleh:

**NUR ASMITA PURNAMASARI**  
**NRP. 1315 201 009**

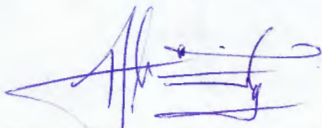
Tanggal Ujian : 13 Januari 2017  
Periode Wisuda : Maret 2017

Disetujui oleh:



1. Dr. rer.pol. Heri Kuswanto, M.Si  
NIP. 19820326 200312 1 004

(Pembimbing I)



2. Dr. rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, M.Si  
NIP. 19831204 200812 1 002

(Pembimbing II)



3. Santi Puteri Rahayu, M.Si., Ph.D  
NIP. 19750115 199903 2 003

(Penguji)



4. Dr. Wahyu Wibowo, M.Si  
NIP. 19740328 199802 1 001

(Penguji)

an, Direktur Program Pascasarjana  
Asisten Direktur

Direktur Program Pasca Sarjana,



Prof. Dr. H. H. Widjaja, M.Eng.  
NIP. 19611021 198603 1 001

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19601202 198701 1 001

**BACKTESTING UNTUK VALUE AT RISK PADA DATA RETURN SAHAM  
BANK SYARIAH MENGGUNAKAN QUANTILE REGRESSION**

Nama mahasiswa : Nur Asmita Purnamasari  
NRP : 1315201009  
Pembimbing I : Dr.rer.pol. Heri Kuswanto, M.Si  
Pembimbing II : Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, M.Si

**ABSTRAK**

Bank syariah menjadi salah satu sektor industri yang berkembang pesat di Indonesia. Risiko terkait dengan aktivitas perbankan tidak dapat dihilangkan tetapi dapat dikurangi. *Value at Risk* (VaR) merupakan suatu metode pengukuran risiko secara statistik yang mengestimasi kerugian maksimum yang mungkin terjadi atas suatu instrument pasar modal pada tingkat keyakinan tertentu. Para pelaku pasar (investor) dapat menilai potensi keuntungan dan kerugian investasi dengan memperhatikan *return* saham. Namun, data *return* yang digunakan biasanya tidak berdistribusi normal, sehingga pendekatan mean dan varian untuk menghitung VaR tidak bisa digunakan. Oleh karena itu, digunakan metode *Monte Carlo Simulation* yang menghasilkan *return* bangkitan simulasi yang berdistribusi normal. Perhitungan VaR pada satu periode ke depan dilakukan dengan metode *sliding window* dengan ukuran *window* 250, sehingga peramalan VaR yang diperoleh sejumlah 425 yaitu sebanyak *window* yang terbentuk. Maka diperlukan nilai rata-rata sebagai nilai harapan VaR untuk semua *window*. Nilai VaR untuk kuantil ke-95% dan 99% masing-masing adalah Rp.17.081.140,- dan Rp.23.770.381,- untuk nilai investasi sebesar Rp.1.000.000.000,-. Untuk menguji kelayakan model VaR dilakukan *backtesting* dengan menggunakan metode *Kupiec Test* dan *Quantile Regression*. Kedua metode *backtesting* tersebut memberikan kesimpulan yang sama yakni nilai VaR yang diperoleh valid dan layak digunakan pada penaksiran risiko saham PNBS.

**Kata Kunci:** *Value at Risk, Monte Carlo Simulation, Backtesting, Quantile Regression*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BACKTESTING OF VALUE AT RISK ON ISLAMIC BANKING STOCK RETURN USING QUANTILE REGRESSION**

Name : Nur Asmita Purnamasari  
NRP : 1315201009  
Supervisor : Dr.rer.pol. Heri Kuswanto, M.Si  
Co.Supervisor : Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, M.Si

### **ABSTRACT**

Islamic banking is rapidly growing industrial sector in Indonesia. The risk associated with banking activities can not be eliminated but can be minimized through the appropriate risk management. Value at Risk (VaR) is a one of statistical methods in risk management that estimates the maximum loss that may occur on a capital market instrument at a certain confidence level. Market participant (investors) can assess the potential benefits and disadvantages of investment by taking into account stock return. However, the return data used is usually not normally distributed, so that the mean and variance approach for calculating VaR can not be used. Therefore the Monte Carlo Simulation method is employed that produces the simulated return that follows normal distribution. The calculation of VaR on the next one period was conducted using a sliding window with a window size of 250, therefore the forecasting of VaR is obtained using 425 as many windows formed. The average value is used as an expectation value of VaR for all windows. The VaR value for quantile 95% and 99%, are Rp.17.081.140,- and Rp.23.770.381,- respectively for an investment of Rp.1000.000.000,-. To test the feasibility of this approachy the backtesting performed using Kupiec Test and Quantile Regression. Both the backtesting methods give the same conclusion that the VaR obtained are valid and fit for the use in risk assessment of PNBS return.

**Keywords:** Value at Risk (VaR), Monte Carlo Simulation, Backtesting, Quantile Regression

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah, dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul ***Backtesting untuk Value at Risk pada Data Return Saham Bank Syariah Menggunakan Quantile Regression.***

Dalam penyelesaian Tesis ini, penulis mendapatkan arahan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, atas kegigihan, dukungan, semangat, perjuangan, air mata dalam doa, dan kasih sayangnya selama ini.
2. Dr. Suhartono, selaku Ketua Jurusan Statistika ITS yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan Tesis ini.
3. Dr.rer.pol. Heri Kuswanto, M.Si selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Jurusan Statistika ITS dan Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan bantuan tak terhingga kepada penulis, sehingga Tesis ini dapat terselesaikan.
4. Dr.rer.pol. Dedy Dwi Prastyo, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah sabar memberikan ilmu, bimbingan, arahan, masukan dan saran yang membangun dalam menyelesaikan Tesis ini.
5. Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D dan Dr. Wahyu Wibowo, M.Si selaku Dosen Penguji yang banyak memberikan kritik dan saran dalam penyusunan Tesis ini.
6. Para dosen dan staf tata usaha di Jurusan Statistika ITS, atas ilmu dan bantuannya. Semoga jasa bapak dan ibu tercatat sebagai amal dan pahala di sisi-Nya.
7. Adik, kakak, om, tante dan seluruh keluarga besarku yang selalu mendukung, mendoakan dan menyemangatiku.
8. Sahabat seperjuangan S2 Reguler'15, atas segala kebersamaan selama ini, jatuh dan bangun bersama, serta bantuan hingga terselesaikannya Tesis ini.

Penulis mengharapakan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tesis ini. Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan



kepada penulis selama penyelesaian Tesis ini mendapat balasan setimpal dari Allah SWT dan dapat memberi manfaat bagi pembacanya. Amin.

Surabaya, Januari 2017

Nur Asmita Purnamasari

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1    PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	6
1.3    Tujuan Penelitian .....	6
1.4    Manfaat Penelitian .....	6
1.5    Batasan Masalah .....	7
<b>BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Return Saham</i> .....	9
2.2    Uji Normalitas.....	10
2.3 <i>Value at Risk</i> .....	10
2.3.1 <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	14
2.4 <i>Backtesting</i> .....	15
2.4.1 <i>Kupiec Test</i> .....	16
2.4.2 <i>Quantile Regression</i> .....	17
2.5    Saham Syariah .....	19

<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
3.1	Jenis dan Sumber Data.....	23
3.2	Metode Analisis .....	23
3.3	Diagram Alir Penelitian .....	28
<b>BAB 4</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Statistika Deskriptif.....	31
4.2	Uji Normalitas Data <i>Return</i> Saham.....	38
4.3	Estimasi <i>Value at Risk</i> dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo .....	39
4.4	<i>Backtesting</i> .....	44
	4.4.1 <i>Kupiec Test</i> .....	45
	4.4.2 <i>Quantile Regression</i> .....	48
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		59
<b>LAMPIRAN</b> .....		63
<b>BIOGRAFI PENULIS</b> .....		77

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Besaran Kesalahan untuk Tidak Menolak Model VaR.....	16
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data <i>Return</i> Saham PNBS .....	31
Tabel 4.2 Karakteristik Data <i>Return</i> Berdasarkan Hari .....	34
Tabel 4.3 Karakteristik Data <i>Return</i> Berdasarkan Bulan.....	36
Tabel 4.4 Uji Kolmogorov Smirnov Data <i>Return</i> Saham PNBS .....	39
Tabel 4.5 Data Simulasi <i>Return</i> Saham PNBS dengan Metode <i>Sliding</i> <div style="padding-left: 40px;"><i>Window</i> .....</div>	40
Tabel 4.6 Data Estimasi Kerugian Maksimum $Q^*$ .....	42
Tabel 4.7 Hasil Estimasi VaR untuk investasi sebesar Rp.1.000.000.000 <div style="padding-left: 40px;">dengan Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo .....</div>	43

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 <i>Sliding Window</i> .....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Analisis.....	29
Gambar 4.1 <i>Time Series Plot</i> dari harga penutupan saham harian PNBS periode 16 Januari 2014 - 31 Agustus 2016.....	32
Gambar 4.2 <i>Time Series Plot</i> dari <i>return</i> saham harian PNBS periode 16 Januari 2014 - 31 Agustus 2016.....	33
Gambar 4.3 Boxplot <i>Return</i> Saham Berdasarkan Hari .....	35
Gambar 4.4 Boxplot <i>Return</i> Saham Berdasarkan Bulan .....	36
Gambar 4.5 Histogram Data <i>Return</i> PNBS .....	37
Gambar 4.6 Plot Normal QQ Data <i>Return</i> PNBS .....	38
Gambar 4.7 Plot Uji Normalitas Data Simulasi <i>Return</i> Saham PNBS dengan <i>Sliding Window</i> .....	41
Gambar 4.8 Perhitungan Risiko (bawah) pada Saham PNBS.....	44

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Harga Saham <i>Close</i> dan Nilai <i>Return</i> pada Saham PNBS...	63
Lampiran 2 Hasil Simulasi Monte Carlo dengan Menggunakan <i>Sliding Window</i> .....	64
Lampiran 3 Hasil Estimasi Kerugian Maksimum $Q^*$ pada Tingkat Kepercayaan 95% .....	65
Lampiran 4 Hasil Estimasi Kerugian Maksimum $Q^*$ pada Tingkat Kepercayaan 99% .....	66
Lampiran 5 Sintak R Estimasi VaR dengan Menggunakan <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	67
Lampiran 6 Sintak R <i>Backtesting</i> dengan Menggunakan Metode <i>Kupiec Test</i>	69
Lampiran 7 Hasil <i>Backtesting</i> dengan Menggunakan Metode <i>Kupiec Test</i> untuk VaR 95% .....	71
Lampiran 8 Hasil <i>Backtesting</i> dengan Menggunakan Metode <i>Kupiec Test</i> untuk VaR 99% .....	72
Lampiran 9 Sintak R <i>Quantile Regression</i> .....	73
Lampiran 10 Hasil <i>Quantile Regression</i> .....	74
Lampiran 11 Sintak R untuk Mendapatkan Nilai PDF pada <i>Backtesting</i> dengan Menggunakan Metode <i>Quantile Regression</i> .....	75



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bank merupakan salah satu lembaga keuangan yang mempunyai peranan penting di dalam perekonomian suatu negara sebagai lembaga perantara keuangan. Menurut Pasal 1 ayat (2) UU No.10 Tahun 1998 tentang perubahan UU No.7 Tahun 1992 tentang perbankan, bank adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan atau bentuk-bentuk lain dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat banyak. Jenis bank di Indonesia dibedakan menjadi dua jenis bank, yang dibedakan berdasarkan pembayaran bunga atau bagi hasil usaha: (1) Bank yang melakukan usaha secara konvensional, dan (2) Bank yang melakukan usaha secara syariah. Menurut Boesono (2007) dalam Donna (2007) paling tidak ada 3 prinsip dalam operasional bank syariah yang berbeda dengan bank konvensional, terutama dalam pelayanan terhadap nasabah, yang harus dijaga oleh *banker*, (1) prinsip keadilan, yakni imbalan atas dasar bagi hasil dan *margin* keuntungan ditetapkan atas kesepakatan bersama antara nasabah dan bank, (2) prinsip kesetaraan, yakni nasabah menyimpan dana, penggunaan dana dan bank memiliki hak, kewajiban, beban terhadap risiko, dan keuntungan yang tertimbang, dan (3) prinsip ketentraman, bahwa produk bank syariah mengikuti prinsip dan kaidah muamalah islam (menerapkan prinsip islam dan menerapkan zakat).

Perkembangan perbankan syariah di Indonesia merupakan suatu perwujudan dari permintaan masyarakat yang membutuhkan suatu sistem perbankan alternatif yang selain menyediakan jasa perbankan/keuangan yang sehat, juga memenuhi prinsip-prinsip syariah (Bank Indonesia, 2007). Dalam hal ini bank syariah menjadi salah satu sektor industri yang berkembang pesat di Indonesia. Melihat suasana perkembangan perbankan yang sangat pesat tersebut, maka perbankan

syariah mempunyai potensi dan peluang yang lebih besar dalam peranannya sebagai sumber pembiayaan bagi hasil perekonomian. Masyarakat sebagai pihak yang paling berperan, pada umumnya memiliki sikap tanggap terhadap berbagai bentuk pelayanan yang diberikan oleh masing-masing bank untuk menarik simpati masyarakat. Simpati dan kepercayaan masyarakat terhadap suatu bank tidak terlepas dari k

adaan keuangan bank, termasuk kesehatan bank tersebut. Dengan kata lain, dalam melakukan suatu investasi, investor dihadapkan dengan masalah tentang penaksiran risiko.

Investor pada umumnya merupakan pihak yang tidak menyukai adanya risiko tetapi menginginkan pengembalian yang maksimal, sehingga investor yang rasional akan menginvestasikan dananya dengan memilih saham yang efisien, yang memberi *return* maksimal dengan risiko tertentu atau bisa dikatakan *return* tertentu dengan risiko minimal. Apabila investor mengharapkan tingkat keuntungan yang tinggi, maka harus menanggung risiko yang tinggi pula, begitu juga sebaliknya, apabila investor menginginkan risiko yang lebih rendah, maka tingkat keuntungan yang diharapkan juga akan semakin rendah. Maka dari itu, investor bisa memilih menginvestasikan dananya pada berbagai aset untuk mengurangi kerugian/risiko investasi. Pilihan aset-aset tersebut didasarkan pada pemahaman investor terhadap risiko. Semakin enggan seorang investor terhadap risiko (*risk averse*), maka pilihan investasinya akan cenderung lebih banyak pada aset-aset yang bebas risiko (Tandelilin, 2007:76). *Return* atas investasi yang dilakukan dan risiko yang didapat memiliki hubungan yang sangat erat dimana semakin besar tingkat *return* yang diharapkan maka semakin besar pula tingkat risiko yang dihadapi, jadi antara pengembalian dan risiko tidak dapat dipisahkan.

Menurut Fallon (1996) mengukur risiko pasar penting bagi regulator dan manajer dalam menilai solvabilitas dan risiko dalam mengalokasi modal yang langka. Selain itu, risiko pasar lazim merupakan salah satu risiko utama yang dihadapi oleh lembaga keuangan. Markowitz (1952) dalam penelitiannya telah

membuktikan bahwa risiko berinvestasi dapat dikurangi dengan menggabungkan beberapa aset ke dalam sebuah portofolio. Metode Markowitz menunjukkan apabila aset-aset keuangan dalam suatu portofolio memiliki korelasi *return* yang lebih kecil dari satu, maka risiko portofolio secara keseluruhan dapat diturunkan. Masalah akan timbul jika masing-masing asset tersebut digabungkan kedalam satu portofolio, padahal dalam berinvestasi perlu adanya diversifikasi dalam satu atau beberapa kelompok produk agar risiko menjadi berkurang. Pengukuran risiko menjadi sulit dilakukan karena banyaknya metode yang dipergunakan untuk masing-masing asset.

Untuk menjawab kelemahan metode Markowitz (1952), JP Morgan (1994) mengembangkan metode VaR, yang kemudian penggunaanya sangat meluas untuk mengukur berbagai jenis risiko. Metode *Value at Risk* (VaR) merupakan suatu metode pengukuran risiko secara statistik yang mengestimasi kerugian maksimum yang mungkin terjadi atas suatu portofolio pada tingkat keyakinan tertentu (Best, 1999).

Terdapat tiga metode pokok dalam menghitung VaR, yaitu *variance-covariance method* (VCM), *monte carlo simulation* (MCS), dan *historical simulation* (HS) yang mana masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Pendekatan VCM unggul dalam kemudahan perhitungan, tetapi memerlukan asumsi kenormalan data. Metode MCS memiliki kemampuan untuk menangani distribusi return yang bermacam-macam, tetapi menjadi tidak efektif ketika menangani portofolio yang kompleks (Odening & Hinrichs, 2002). Sementara metode HS menggunakan data pengamatan masa lampau untuk mengestimasi nilai VaR sehingga metode ini relatif sederhana untuk diaplikasikan. Dengan menggunakan pendekatan distribusi empiris, sampel dapat diduga dengan baik pada kuantil tengah, akan tetapi menjadi tidak reliable pada kuantil atas mengingat metode ini hanya berdasar pada sedikit pengamatan (Gencay & Selcuk, 2004). Sehingga pada penelitian ini digunakan metode MCS untuk mengestimasi nilai VaR karena lebih komprehensif, fleksibel untuk

menggabungkan variansi waktu terhadap volatilitas, *return*, *fat tails*, dan skenario ekstrem, dan dapat digunakan untuk exposure non linear (Jorion, 2007). Metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk mengukur VaR karena dapat menghitung bermacam-macam susunan eksposur (saham) dan risiko.

VaR adalah sebuah estimasi dan setiap perhitungan estimasi tentunya memiliki masalah dengan perubahan-perubahan nilai suatu asset yang tidak memiliki pola tetap, sehingga model perhitungan VaR yang dibentuk dalam mengestimasi volatilitas secara periodik perlu divalidasi, sehingga model yang dihasilkan dalam perhitungan VaR diharapkan menjadi suatu model yang baik. Metode yang digunakan dalam memvalidasi model-model risiko dikenal dengan nama metode *backtesting*. *Backtesting* adalah aplikasi metode kuantitatif untuk menentukan apakah estimasi risiko suatu model konsisten terhadap asumsi-asumsi yang mendasari model yang sedang diuji (kesalahan spesifikasi model, estimasi risiko yang kerendahan dan sebagainya).

Penelitian mengenai *backtesting* pertama kali dilakukan oleh Kupiec (1995) dan Christoffersen (1998) dengan menggunakan jumlah eksepsi sebagai dasar untuk melakukan *backtesting* VaR. Selanjutnya, Berkowitz dan O'Brien (2002) dalam studinya menggunakan data keuntungan dan kerugian *trading* dari enam bank multinasional periode Januari 1998 sampai Maret 2000 di US dan mengaplikasikan *backtesting* yang diusulkan oleh Kupiec (1995) dan Christoffersen (1998), mereka menemukan bahwa model internal bank berupa VaR menyediakan cakupan yang cukup untuk risiko pasar. Namun demikian, kerugian menjadi besar selama periode 1998 akibat krisis finansial Asia dan krisis Rusia. Artinya terdapat risiko dalam penggunaan VaR yang diabaikan dalam model risiko. Sehingga dibutuhkan metode lain untuk melengkapi metode *Kupiec test*.

Pada penelitian ini akan digunakan alternatif *backtesting* yang berdasarkan pada regresi kuantil. Hal tersebut sangat memungkinkan untuk mengevaluasi VaR model dengan menggunakan metode regresi kuantil karena kemampuannya untuk

mengeksplorasi distribusi bersyarat dengan asumsi distribusi bebas juga memungkinkan untuk korelasi serial dan heteroskedastisitas bersyarat. Sehingga pada penelitian ini, akan menggunakan *backtesting* regresi kuantil yang dapat menjelaskan hal tersebut dan metode *Kupiec backtest* yang umum digunakan. *Kupiec test* memiliki *power* yang lemah pada sampel kecil, dan akan menjadi lebih kuat hanya ketika jumlah pengamatannya sangat besar (Kupiec, 1995). *Kupiec test* memiliki *power* yang lemah karena mengabaikan informasi tentang waktu. Asumsinya, kerugian yang terjadi tersebar secara merata, sedangkan keadaan aktual di pasar hampir tidak mungkin menyebabkan kerugian yang merata.

Menurut Gaglianone et al. (2011) metode regresi kuantil merupakan *backtesting* yang terkuat dibandingkan dengan *Kupiec test*, ketika ukuran sampel meningkat metode regresi kuantil akan semakin kuat. Regresi kuantil juga dapat digunakan untuk menguji ukuran VaR tanpa memaksakan distribusi parametrik atau asumsi identik dan independen.

Penelitian ini akan diaplikasikan pada penutupan harga saham Bank Panin Syariah (PNBS) yang merupakan satu-satunya bank syariah di Indonesia yang menerbitkan saham di Bursa Efek Indonesia untuk menarik investor dalam berinvestasi di bank tersebut. Penawaran Umum Perdana (IPO) Saham PNBS dilaksanakan pada tanggal 2 – 8 Januari 2014, sementara tanggal *listing* nya di Bursa Efek Indonesia (BEI) adalah pada tanggal 15 Januari 2014. Pertumbuhan total aset PNBS ini cukup menarik bagi para investor yang ingin berinvestasi pada efek yang akan diterbitkan oleh bank tersebut pada saat IPO, salah satunya adalah saham. Sebagaimana telah diketahui bahwa saham adalah surat berharga yang mewakili aset perusahaan, maka dengan melihat perkembangan total aset yang dimiliki bank tersebut hingga dua kali lipat cukup menjadi pertimbangan investor untuk menanam modal. Oleh karenanya PNBS ini dinilai cukup menjanjikan sebagai salah satu perusahaan tempat berinvestasi di pasar modal. Terlebih dengan adanya fakta bahwa PNBS hingga saat ini merupakan satu-satunya bank

syariah yang menggelontorkan sahamnya di pasar modal syariah. Hal ini tentu dapat memicu sentimen positif dari investor untuk membeli sahamnya pada saat ditawarkan di pasar perdana, terutama investor muslim yang sangat memerhatikan kepatuhan syariah perusahaan tempat mereka berinvestasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah mengestimasi *Value at Risk* dengan menggunakan metode *Monte Carlo Simulation* dan untuk melihat performa model VaR tersebut serta menentukan apakah estimasi risiko suatu model konsisten terhadap asumsi-asumsi yang mendasari model yang sedang di uji, dilakukan *backtesting* menggunakan *Kupiec test* dan *Quantile Regression*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengestimasi *Value at Risk return* saham dengan menggunakan metode *Monte Carlo Simulation*
2. Memvalidasi nilai VaR dengan metode *backtesting* menggunakan *Kupiec Test* dan *Quantile Regression* untuk melihat performa model Value at Risk dengan menggunakan metode *Monte Carlo Simulation*

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak sebagai berikut:

- a. Bagi Investor

Dapat memberikan informasi mengenai kondisi perusahaan sehingga mereka dapat mempertimbangkan dimana dan kapan harus mempercayakan investasi mereka pada suatu perusahaan.

- b. Bagi Kreditur

Sebagai pertimbangan dalam melakukan penilaian kredit, apakah suatu perusahaan layak diberikan sejumlah pinjaman dengan kondisinya saat ini.

c. Bagi Kalangan Akademik

Diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan serta dapat digunakan sebagai bahan kajian teoritis dan referensi untuk penelitian selanjutnya.

### **1.5 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini dibatasi pada perhitungan VaR dilakukan secara univariat dengan asumsi variabel makroekonomi dan tingkat performa perusahaan pesaing dianggap tidak memberikan pengaruh. Metode *Backtesting* yang digunakan untuk melihat performa model VaR adalah *Quantile Regression* dan *Kupiec Test*. Data yang digunakan adalah penutupan harga saham dari Bank Panin Syariah periode 16 Januari 2014 – 31 Agustus 2016.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 *Return Saham*

Tujuan dari investasi adalah untuk memperoleh keuntungan (*profit*). Pendapatan atau kerugian dari suatu investasi, tergantung pada perubahan harga dan jumlah asset yang dimiliki. Para investor tertarik dengan pendapatan yang relative besar terhadap besarnya investasi awal. *Return* mengukur pendapatan itu, karena return dari suatu asset adalah perubahan harga dari harga awal dan *return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor berinvestasi (Ruppert, 2004).

Secara matematis perhitungan *return* seperti berikut:

$$r_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2.1)$$

dimana  $r_t$  adalah *return* saham pada periode ke- $t$ ,  $P_t$  adalah harga penutupan saham pada periode ke- $t$  sedangkan  $P_{t-1}$  adalah harga saham pada periode ke- $(t-1)$  (Tsay, 2005).

Para pelaku pasar investor dapat melihat perkembangan investasi dengan melihat *return* saham. *Return* saham memberikan gambaran kinerja suatu perusahaan jika *return* sahamnya baik maka kinerja dalam perusahaan tersebut bisa dikatakan baik pula. Sebab, apabila *return* sahamnya baik maka tingkat pengembalian saham atau investasinya lancar. Apalagi jika sekuritasnya berasal dari perusahaan yang mempunyai prospek yang baik, hal ini akan menjanjikan pula dalam peningkatan *capital gain*.

Ada beberapa alasan investor lebih senang terhadap *return* (Cambell, 1997), yaitu:

- a. Investor dapat mengetahui perubahan harga suatu sekuritas untuk memutuskan apakah akan berinvestasi dengan sekuritas tersebut.

- b. Perilaku *return* dapat dijelaskan secara teoritis dan melalui penjelasan statistika, karena *return* memenuhi asumsi-asumsi seperti stationer, yaitu fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak bergantung pada waktu dan ragam dari fluktuasi tersebut.

## 2.2 Uji Normalitas

Metode ini yang digunakan untuk menguji data apakah data berasal dari distribusi normal atau tidak adalah statistik uji tipe Kolmogorov-Smirnov yaitu pada jarak vertikal maksimum antara fungsi kumulatif  $S(X)$  distribusi empiric sampel random  $X_1, X_2, \dots, X_n$  dengan fungsi kumulatif distribusi normal standar yang disebut  $F^*(X)$  (Conover, 2000).

Uji Hipotesis:

$H_0$  : Data berasal dari distribusi normal

$H_1$  : Data tidak berasal dari distribusi normal

Statistik Uji

$$T = \sup_X |F^*(X) - S(X)|$$

$H_0$  ditolak jika  $p - value < \alpha$

## 2.3 Value at Risk

Menurut Best (1999) *Value at Risk* atau VaR merupakan suatu metode pengukuran risiko secara statistik yang mengestimasi besarnya kerugian maksimum yang mungkin terjadi atas suatu portofolio pada tingkat kepercayaan (*level of confidence*) tertentu.

VaR merupakan ukuran statistik dalam bilangan tunggal yang menyatakan besarnya potensi kerugian maksimum yang mungkin terjadi kepemilikan suatu sekuritas atau exposure instrument keuangan. VaR merangkum kerugian terbesar yang diharapkan terjadi dalam rentang waktu tertentu dan dalam *interval* kepercayaan yang telah ditentukan (Jorion, 2007). Definisi lain menyebutkan

VaR merupakan jumlah kerugian besar yang diharapkan akan terjadi atas portofolio yang dimiliki pada periode waktu tertentu dan pada kepercayaan tertentu (Crouchy, 2000).

VaR biasanya dihitung untuk periode 1 hari dengan tingkat kepercayaan 95%. Hal ini dapat diartikan dengan tingkat kepercayaan 95%, dalam jangka waktu 1 hari terdapat kemungkinan sebesar 5% bahwa perusahaan akan mengalami kerugian lebih besar dari nilai VaR (Dowd, 2005).

Terdapat beberapa penjabaran terminologi VaR terkait dengan penggunaan atau manfaatnya (Jorion, 2007):

- a. Pada umumnya nilai VaR merupakan jumlah kerugian maksimum yang mungkin terjadi pada suatu periode waktu tertentu dalam tingkat kepercayaan tertentu.
- b. Adanya prosedur estimasi perhitungan nilai VaR yang mana meliputi data statistik ataupun prosedur matematik untuk menghitung nilai VaR.
- c. Selain menghasilkan nilai VaR, penggunaannya lebih luas lagi yaitu dapat melakukan estimasi terhadap berbagai macam risiko.

Kelebihan VaR adalah bahwa metode ini fokus pada *downside risk*, tidak tergantung pada asumsi distribusi dari *return*, dan pengukuran ini dapat diaplikasikan ke seluruh produk-produk finansial yang diperdagangkan. Angka yang diperoleh dari pengukuran dengan metode ini merupakan hasil perhitungan secara agregat atau menyeluruh terhadap risiko produk-produk sebagai suatu kesatuan.

VaR juga memberikan estimasi kemungkinan atau probabilitas mengenai timbulnya kerugian yang jumlahnya lebih besar daripada angka kerugian yang telah ditentukan. Hal ini merupakan sesuatu yang tidak didapat dari metode-metode pengukuran risiko lainnya. VaR juga memperhatikan perubahan harga asset-aset yang ada dan pengaruhnya terhadap asset-aset yang lain.

Secara statistika, VaR dengan tingkat kepercayaan  $(1 - \alpha)$  dinyatakan sebagai bentuk kuantil ke  $-\alpha$  dari distribusi *return*. VaR dapat ditentukan melebihi fungsi

densitas probabilitas dari nilai *return* di masa depan  $f(R)$  dengan  $R$  adalah tingkat pengembalian (*return*) asset. Pada tingkat kepercayaan  $(1 - \alpha)$ , akan dicari nilai kemungkinan terburuk  $Q^*$ , yaitu peluang munculnya nilai *return* melebihi  $Q^*$  adalah  $(1 - \alpha)$ .

$$1 - \alpha = \int_{Q^*}^{\infty} f(R) dR \quad (2.2)$$

Sedangkan peluang munculnya suatu nilai *return* kurang dari sama dengan  $Q^*$ ,  $F(Q^*) = P(R \leq Q^*)$  adalah  $\alpha$ .

$$\alpha = \int_{-\infty}^{Q^*} f(R) dR = P(R \leq Q^*) = F(Q^*) \quad (2.3)$$

Dengan kata lain,  $Q^*$  merupakan kuantil dari distribusi *return* yang merupakan nilai kritis (*cut off value*) dengan peluang yang sudah ditentukan.

Jika  $W_0$  didefinisikan sebagai investasi awal aset maka nilai aset pada akhir periode waktu adalah  $W = W_0(1 + R)$ . Jika nilai aset paling rendah pada tingkat kepercayaan  $(1 - \alpha)$  adalah  $W^* = W_0(1 + Q^*)$ , maka VaR pada tingkat kepercayaan  $(1 - \alpha)$  dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0 Q^* \quad (2.4)$$

Dengan  $Q^*$  = kuantil ke  $-\alpha$  dari distribusi *return*. Secara umum  $Q^*$  berharga negatif.

#### 1) Tingkat Konfidensi (Tingkat Kepercayaan)

Penentuan tingkat konfidensi dalam perhitungan VaR tergantung pada penggunaan VaR. Penentuan tingkat konfidensi berperan sangat penting karena hal tersebut dapat menggambarkan seberapa besar perusahaan tersebut mampu mengambil suatu risiko dengan harga kerugian melebihi VaR. semakin besar risiko yang diambil, semakin besar pula tingkat konfidensi dari alokasi modal untuk menutupi kerugian yang diambil.

## 2) Periode Waktu

Selain tingkat konfidensi, parameter lain dalam VaR adalah  $t$ , yaitu periode waktu dalam hari. Pada umumnya dalam institusi-institusi finansial seperti perbankan, VaR dihitung dalam interval waktu 1 hari, 1 minggu (5 hari bisnis) sampai 2 minggu (10 hari bisnis). Sedangkan perusahaan-perusahaan yang mempunyai aset riil seperti investor perusahaan *property and real estate* sering menggunakan interval waktu yang lebih lama yaitu satu bulan (20 hari) sampai empat bulan bahkan satu tahun untuk melakukan pantauan atas tingkat risiko yang dihadapi.

Ekspektasi *return* meningkat secara linear terhadap waktu ( $t$ ), sedangkan standar deviasi meningkat secara linear dengan akar kuadrat waktu, dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\mu(t) = \mu t \text{ dan } \sigma^2(t) = \sigma^2 t \Rightarrow \sigma(t) = \sigma\sqrt{t} \quad (2.4)$$

Untuk mengetahui besarnya nilai VaR dalam beberapa periode waktu kedepan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$t - \text{day VaR} = \text{VaR}(\text{daily}) \times \sqrt{t} \quad (2.5)$$

Dimana  $t - \text{day VaR}$  = VaR dalam periode waktu ke- $t$

$\text{VaR}(\text{daily})$  = VaR dalam satu hari

Perhitungan VaR dengan tingkat kepercayaan  $(1 - \alpha)$  setelah  $t$  periode dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{VaR}_{(1-\alpha)}(t) = W_0 Q^* \sqrt{t} \quad (2.6)$$

Dengan  $\text{VaR}_{(1-\alpha)}(t)$  = VaR dengan tingkat kepercayaan  $(1 - \alpha)$  setelah  $t$  periode

$W_0$  = investasi awal aset

$Q^*$  = kuantil ke- $\alpha$  dari distribusi *return*

Ada tiga metode utama untuk menghitung VaR yaitu metode *Variance-Covariance*, metode *Historical Simulation* dan metode *Monte Carlo Simulation*. Ketiga metode mempunyai karakter masing-masing. Namun pada penelitian ini akan digunakan metode *Monte Carlo Simulation* karena memiliki keunggulan dalam akurasi.

### **2.3.1 Monte Carlo Simulation**

Penggunaan metode *Monte Carlo Simulation* untuk mengukur risiko telah dikenalkan oleh Boyle pada tahun 1977. Dalam mengestimasi nilai *Value at Risk* (VaR) baik pada asset tunggal maupun portofolio, *Monte Carlo Simulation* mempunyai beberapa jenis algoritma. Namun pada intinya adalah melakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan random berdasarkan karakteristik dari data yang akan dibangkitkan, yang kemudian digunakan untuk mengestimasi nilai VaR-nya.

*Monte Carlo Simulation* adalah tehnik simulasi yang menggunakan nomor acak dan kemungkinan untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan variabilitas dan ketidakpastian tetapi juga dapat digunakan untuk masalah deterministik. Simulasi ini akan menghasilkan sejumlah besar data skenario kejadian untuk masa depan (misalkan sekitar 10.000 data) dengan sifat variabel-variabel datanya sesuai dengan sifat variabel data di masa lalu. Proses simulasi merupakan terobosan dari adanya keterbatasan pada proses analitik untuk menemukan suatu nilai tunggal dari dua distribusi yang memiliki sifat berbeda yaitu sifat data distribusi kerugian frekuensi dan distribusi kerugian severitas.

*Monte Carlo Simulation* adalah metode untuk menganalisa perambatan ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi random atau error mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari system yang sedang dimodelkan. *Monte Carlo Simulation* digolongkan sebagai metode

sampling karena input dibangkitkan secara random dari suatu distribusi probabilitas untuk proses sampling dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi input yang paling mendekati data yang dimiliki (Rubinstein, 1981).

Kelebihan dari *Monte Carlo Simulation* adalah tidak ada asumsi tentang normalitas dari *return*, meskipun parameter yang diestimasi berasal dari data historis (Nieppola, 2009).

## **2.4 Backtesting**

Pengujian validitas atau *backtesting* adalah pengujian secara berurutan dari model yang telah digunakan terhadap keadaan yang sebenarnya untuk menguji ketepatan dari prediksi yang telah ditetapkan. Model yang dihasilkan dibandingkan dengan hasil yang sebenarnya terjadi dalam waktu tertentu. Hasil dari *backtesting* digunakan untuk memvalidasi model dan manajemen risiko. Regulator menggunakan *backtesting* untuk melakukan verifikasi tingkat akurasi dari model, meminta tambahan persyaratan atau menolak model yang tidak cocok berdasarkan persyaratan minimum yang ditetapkan (Cruz, 2002).

Menurut Jorion (2007) model VaR hanya bermanfaat bila dapat memprediksi risiko dengan baik. Langkah yang dilakukan dalam *backtesting* adalah membandingkan kerugian sebenarnya dengan kerugian yang diprediksi oleh model VaR.

Permasalahan utama dalam membangun model risiko adalah melakukan validasi terhadap model tersebut. Ketika sebuah model dibentuk, maka penting untuk memvalidasi sebelumnya. Metode yang digunakan dalam memvalidasi model-model risiko dikenal dengan nama metode *backtesting*. *Backtesting* adalah aplikasi metode kuantitatif untuk menentukan apakah estimasi resiko suatu model konsisten terhadap asumsi-asumsi yang mendasari model yang sedang diuji (kesalahan spesifikasi model, estimasi resiko yang kerendahan dan sebagainya).



Pada penelitian ini akan digunakan dua tipe *backtesting* yang digunakan untuk mengetahui kebaikan metode *Monte Carlo Simulation*.

#### 2.4.1 Kupiec Test

Berdasarkan Jorion (2007) yang menyebutkan sumber Kupiec (1995) disajikan dalam Tabel 2.1 yang memberikan batasan untuk tidak menolak model setelah dilakukan *backtesting*.

Tabel 2.1 Besaran Kesalahan Untuk Tidak Menolak Model VaR

Probability Level p	Tingkat kepercayaan VaR	Tidak Menolak Batasan untuk N		
		Kesalahan		
		T=252 hari	T=510 hari	T=10000 hari
0.01	99%	$N < 7$	$1 < N < 11$	$4 < N < 17$
0.025	97.50%	$2 < N < 12$	$6 < N < 21$	$15 < N < 36$
0.05	95%	$6 < N < 20$	$16 < N < 36$	$37 < N < 65$
0.075	92.50%	$11 < N < 28$	$27 < N < 51$	$59 < N < 92$
0.1	90%	$16 < N < 36$	$38 < N < 65$	$81 < N < 120$

**Sumber: Jorion (2007)**

Pada penelitian ini *Backtesting* dilakukan dengan *Kupiec Test* dimana tingkat kepercayaan/*convdence level* yang dipergunakan adalah 95% dilakukan dengan data 252 transaksi selama 1 tahun. Jika *failure rate* ( $N$ ) berjumlah di antara  $6 < N < 20$  maka model *VaR* dianggap valid untuk mengukur potensi kerugian. Tetapi jika  $N \leq 6$  maka mode dianggap terlalu konservatif, sedangkan jika  $N \geq 20$  maka model dianggap terlalu modreat (Jorion, 2007).

Jika jumlah aktual pelanggaran yang terjadi di bawah jumlah pelanggaran yang dapat diterima sebagaimana Tabel 2.1, hal ini menunjukkan bahwa model *VaR* yang dimiliki terlalu konservatif, sementara itu jika jumlah pelanggaran melebihi jumlah

pelanggaran yang dapat diterima hal ini mengindikasikan bahwa *VaR* yang dimiliki terlalu rendah dan kemungkinan yang besar dikurangkan dalam model (Chernobai, 2007).

Untuk menentukan validitas pengujian model *VaR* dapat menggunakan pendekatan *loglikelihood ratio* (Jorion, 2007) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\zeta LR = -2\ln[(1-p)^{(T-N)} p^N] + 2\ln[1-(N/T)]^{(T-N)}(N/T)^N \quad (2.7)$$

dimana:

$N$  : *failure* antar nilai *VaR* dengan kerugian aktual

$T$  : jumlah data observasi

$p$  : probabilitas (*1-confidence level*)

Nilai  $\zeta LR$  dibandingkan dengan *chi-square* pada *degree of freedom* tertentu, dengan menggunakan *confidence level* 95%, maka model dapat diterima jika nilai  $\zeta LR < 3.841$ .

Menurut Kupiec, pengujian yang hanya didasarkan pada kegagalan (*failure*) antar waktu merupakan pengujian yang tidak efisien, karena mengabaikan informasi total *failure* yang terjadi sejak dimulainya pengamatan.

#### **2.4.2 Quantile Regression**

Model regresi kuantil (*quantile regression*) pertama kali diperkenalkan oleh Koenker dan Basset (1978), dapat dianggap sebagai perluasan dari model *Ordinary Least Square*. Secara khusus, regresi *Ordinary Least Square* hanya memperkirakan bagaimana variabel prediktor terkait dengan nilai rata-rata variabel respon, sedangkan regresi kuantil memungkinkan untuk model prediktor terhadap berbagai lokasi/pengukuran variabel respon. Karena sifatnya yang robust terhadap pencilan maka regresi kuantil cocok untuk menganalisis sejumlah data yang bentuknya tidak simetris serta distribusi datanya tidak homogen.

Interpretasi pada regresi kuantil sedikit berbeda dengan regresi *Ordinary Least Square*. Regresi kuantil, koefisien prediktor pada kuantil ke- $\tau$  dapat diinterpretasikan secara marginal, dimana relative sesuai dengan nilai kuantil ke- $\tau$  dengan suatu unit perubahan.

VaR didefinisikan sebagai *projected distribution* dari keuntungan dan kerugian. Jika  $\tau^* \in (0,1)$  adalah *tail level* yang dipilih dari distribusi tersebut, VaR dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$P_r \left[ R_t \leq V_t \mid \mathcal{F}_{t-1} \right] = \tau^* \quad (2.8)$$

Dimana  $\mathcal{F}_{t-1}$  adalah informasi yang tersedia pada waktu  $t - 1$ ,  $R_t$  adalah *return*, dan  $V_t$  *respective* VaR. Dari definisi tersebut, dapat dikatakan bahwa untuk menemukan VaR pada dasarnya sama dengan menemukan  $(100 * \tau)\%$  *quantile* bersyarat. VaR didefinisikan untuk distribusi *right tail*, yang diasumsikan tanpa *loss of generality*, karena metodologi ini dapat dengan mudah disesuaikan untuk menyelidiki *left tail*. Pada kasus ini, VaR akan didefinisikan dengan  $P_r \left[ R_t \leq -V_t \mid \mathcal{F}_{t-1} \right] = \tau^*$ . Dimana tanda diubah untuk menghindari angka negatif dalam *time series*  $V_t$ , karena VaR biasanya angka positif (Gaglianone et al., 2011) .

Menurut Christoffersen et al. (2001), salah satu yang dapat menghasilkan ukuran VaR sebagai hasil dari *quantile regression* dengan menjadikan volatilitas sebagai regressor. Misalnya, dari persamaan regresi berikut:  $y_t = \alpha_0(U_t) + \alpha_1(U_t)\sigma_t^2$ , dimana  $\sigma_t^2$  adalah *volatility* bersyarat dari  $y_t$  yang memenuhi  $Q_{y_t}(\tau \mid \mathcal{F}_{t-1}) = \alpha_0(\tau) + \alpha_1(\tau)\sigma_t^2$ , yang berarti bahwa *quantile* bersyarat adalah fungsi linier dari *volatility*. Selaras dengan hal tersebut, Engle dan Patton (2001) berpendapat bahwa *volatility* biasanya digunakan untuk memprediksi *return*, tetapi dapat juga digunakan untuk memprediksi *quantile*.

Mengadaptasi model yang disarankan oleh Christoffersen et al. (2001) untuk mengetahui keakuratan model VaR. Dengan kata lain, pada model tersebut  $V_t$

digunakan untuk menggantikan  $\sigma_t^2$ , dimana  $V_t$  adalah ukuran VaR dari *return*. Sehingga, modelnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R_t = \alpha_0(U_t) + \alpha_1(U_t)V_t \quad (2.9)$$

$$= x'_t \beta(U_t) \quad (2.10)$$

Dimana  $U_t$  adalah *iid standard uniform random variable*,  $U_t \sim U(0,1)$ , dan fungsi  $\alpha_i(U_t)$ ,  $i = 0,1$  diasumsikan *comonotomic*,  $\beta(U_t) = [\alpha_0(U_t); \alpha_1(U_t)]'$  dan  $x'_t = [1, V_t]$ . Persamaan (2.9) juga dapat ditulis sebagai berikut:

$$R_t = \varphi_t + \epsilon_t \quad (2.11)$$

Dimana  $\varphi_t = \alpha_0 + \alpha_1(U_t)V_t$ ,  $\epsilon_t = \alpha_0(U_t) - \alpha_0$  adalah *iid random variable* dan  $\alpha_0 = E[\alpha_0(U_t)]$ . Hal penting pada persamaan (2.11) adalah mean bersyarat dipengaruhi oleh VaR yang dihitung dengan menggunakan informasi yang tersedia sampai dengan periode  $t - 1$ .

Karena  $V_t$  sudah tersedia pada akhir periode  $t - 1$ , sebelum menghitung  $R_t$ , dapat dihitung quantile bersyarat dari  $R_t$  sebagai berikut:

$$Q_{R_t}(\tau | \mathcal{F}_{t-1}) = \alpha_0(\tau) + \alpha_1(\tau)V_t \quad (2.12)$$

Dari metodologi regresi quantile diperoleh  $P_r \left[ R_t \leq Q_{R_t}(\tau^* | \mathcal{F}_{t-1}) \mid \mathcal{F}_{t-1} \right] = \tau^*$ .

## 2.5 Saham Syariah

Produk investasi berupa saham pada prinsipnya sudah sesuai dengan ajaran Islam. Dalam teori percampuran, Islam mengenal akad *syirkah* atau *musyarakah* yaitu suatu kerjasama antara dua atau lebih pihak untuk melakukan usaha dimana masing-masing pihak menyetorkan sejumlah dana, barang atau jasa.

Di dalam literatur-literatur, tidak terdapat istilah atau perbedaan antara saham yang syariah dengan yang non syariah. Akan tetapi, saham sebagai bukti

kepemilikan suatu perusahaan, dapat dibedakan menurut kegiatan usaha dan tujuan pembelian saham tersebut. Saham menjadi halal (sesuai syariah) jika saham tersebut dikeluarkan oleh perusahaan yang kegiatan usahanya bergerak di bidang yang halal dan/atau dalam niat pembelian saham tersebut adalah untuk investasi (Ahmad Rodoni, 2009:61).

Terdapat beberapa pendekatan untuk menyeleksi suatu saham apakah bisa dikategorikan sebagai saham syariah atau tidak (Agustina, 2012) yaitu:

1) Pendekatan jual beli

Dalam pendekatan ini diasumsikan saham adalah aset dan dalam jual beli ada peraturan aset ini dengan uang. Juga bisa dikategorikan sebagai sebuah kerja sama yang memakai prinsip bagi hasil (*profit-loss sharing*).

2) Pendekatan aktivitas keuangan atau produksi

Dengan menggunakan pendekatan produksi ini, sebuah saham bisa diklaim sebagai saham yang halal ketika produksi dari barang dan jasa yang dilakukan oleh perusahaan bebas dari elemen-elemen yang haram yang secara *explicit* disebut di dalam Al-Quran seperti *riba*, judi, minuman yang memabukkan, zina, babi dan semua turunan-turunannya.

3) Pendekatan pendapatan

Metode ini lebih melihat pada pendapatan yang diperoleh oleh perusahaan tersebut. Ketika ada pendapatan yang diperoleh bahwa saham perusahaan tersebut tidak syariah karena masih ada unsur *riba* disana. Oleh karena itu, seluruh pendapatan yang didapat oleh perusahaan harus terhindar dan bebas dari bunga atau *interest*.

4) Pendekatan struktur modal yang dimiliki oleh perusahaan tersebut

Dengan melihat rasio hutang terhadap modal atau lebih dikenal dengan *debt to equity ratio*. Dengan melihat rasio ini maka diketahui jumlah hutang yang digunakan untuk modal atas perusahaan ini. Semakin besar rasio ini semakin besar ketergantungan modal terhadap hutang. Akan tetapi untuk saat ini bagi

perusahaan agak sulit untuk membuat rasio ini nol, atau sama sekali tidak ada hutang atas modal. Oleh karena itu, ada toleransi-toleransi atau batasan seberapa besar “*debt to equity ratio*” ini. Dan masing-masing syariah indeks di dunia berbeda dalam penetapan hal ini. Namun, secara keseluruhan kurang dari 45% bisa diklaim sebagai perusahaan yang memiliki saham syariah. Indeks harga saham setiap hari dihitung menggunakan harga saham terakhir yang terjadi di bursa.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 3.1.1. Jenis Data

Dalam penelitian ini menggunakan data *time series* yang merupakan data historis pada penutupan harga saham harian yang hampir setiap hari mengalami perubahan harga baik pada posisi naik, turun atau stagnan. Berdasarkan transaksi secara harian (5 hari dalam seminggu), ditetapkan data harga penutupan untuk dilakukan analisis dan perhitungan besarnya presentase perubahan harga atau *return* harian saham.

##### 3.1.2 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari <http://www.finance.yahoo.com/> pada penutupan harga saham harian dari Bank Panin Syariah periode 16 Januari 2014 - 31 Agustus 2016.

#### 3.2 Metode Analisis

Sebelum dilakukan analisis data sesuai dengan tujuan penelitian, dilakukan analisis data awal, yang meliputi:

1. Menghitung nilai *return* harian harga saham dengan menggunakan persamaan berikut ini, yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya.

$$r_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

dimana,  $P_t$  adalah harga penutupan harian saham bank syariah pada hari ke- $t$ .



2. Melakukan identifikasi pola data dengan melakukan analisis ekspolarasi data yang meliputi:

a. Perhitungan statistika deskriptif sehingga dapat diketahui ukuran pemusatan dan penyebaran data. Selain itu dengan ukuran *kurtosis* dan *skewness* dapat diduga kesimetrisan distribusi data *return*.

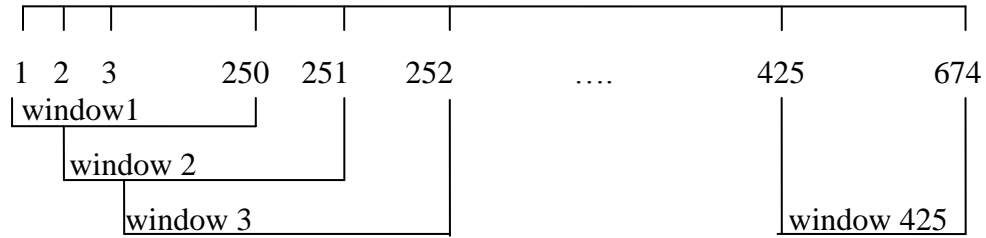
b. Membuat histogram dari data *return* untuk mengetahui sebaran data secara visual. Informasi lain yang dapat diperoleh dari histogram data adalah dugaan adanya *skewness*, dan perilaku data pada *tail*.

c. Sehubungan dengan dugaan awal data berdistribusi *fat tailed*, maka dilakukan *tail analysis* berupa plot Q-Q (quantil-quantil).

Plot Q-Q yang dibuat diplotkan sesuai dengan distribusi normal sehingga dapat diketahui apakah distribusi data mengandung *fat tailed*. Jika titik-titik yang diplotkan berada pada garis lurus, maka data terindikasi berdistribusi normal. Setelah dilakukan analisis data awal tersebut, berdasarkan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, maka metode analisis data yang digunakan adalah:

3.2.1 Melakukan estimasi nilai *Value at Risk return* saham dengan metode *Monte Carlo Simulation* dengan cara:

a. Menentukan mean dan varian dari *return* di setiap window sebagai parameter distribusi normal pada data bangkitan simulasi. Dimana setiap window mengandung 250 data *return* yang merupakan jumlah transaksi saham selama setahun. Untuk *window* ke-1 diperoleh dari data *return* ke-1 sampai dengan data ke-250, *window* ke-2 dari data *return* ke-2 sampai dengan data ke-251, begitu seterusnya. Sehingga diperoleh 425 window dari 674 data *return*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada ilustrasi dibawah ini:



Gambar 3.1 *Sliding Window*

- b. Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara random *return* saham yang berdistribusi normal dengan parameter yang diperoleh dari langkah (a) sebanyak 5.000.
- c. Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan  $(1-\alpha)$  yaitu sebagai nilai kuantil ke- $\alpha$  dari distribusi empiris *return* yang diperoleh pada langkah (b), dinotasikan dengan  $Q^*$ .
- d. Menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan dalam periode waktu  $t$  hari yaitu:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 Q^* \sqrt{t} \quad (3.1)$$

dimana:

$W_0$  : dana investasi awal

$Q^*$  : nilai kuantil ke- $\alpha$  dari distribusi *return*

$t$  : periode waktu

- e. Mengulangi langkah (b) sampai langkah (d) pada setiap *window* sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan nilai VaR.
- f. Menghitung rata-rata dari langkah (e) untuk menstabilkan nilai karena nilai VaR yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

### 3.2.3. Melakukan *Backtesting* dengan Metode *Kupiec Tests*

- a. Menentukan nilai *failure rate* yang dilambangkan dengan 1, sedangkan nilai *return* yang tidak melebihi VaR dilambangkan dengan 0.

b. Menguji Hipotesis

$H_0$ : VaR akurat

$H_1$ : VaR tidak akurat

c. Menentukan nilai tingkat keyakinan, misalnya  $1 - \alpha = 95\%$  dan besarnya tingkat *failure rate* yang diharapkan pada nilai  $\alpha$ .

d. Menentukan statistik uji

$$\zeta LR = -2\ln\left[(1-p)^{T-N} \times p^N\right] + 2\ln\left\{\left[1 - \left(\frac{N}{T}\right)\right]^{(T-N)} \left(\frac{N}{T}\right)^N\right\}$$

e. Menentukan kriteria uji

Tolak  $H_0$  jika  $\zeta LR > \chi^2_{(1;\alpha)}$

f. Jika  $H_0$  diterima atau  $\zeta LR < \chi^2_{(1;\alpha)}$  maka model VaR yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* valid digunakan.

### 3.2.4 Melakukan *Backtesting* dengan Metode *Quantile Regression*

a. Spesifikasi model

$$Pr\left[R_t \leq V_t \mid \mathcal{F}_{t-1}\right] = \tau^*$$

Dengan  $V_t$  adalah VaR saat ke- $t$

b. Menguji hipotesis nol ( $H_0$ ) pada persamaan (2.12) yaitu  $Q_{R_t}(\tau \mid \mathcal{F}_{t-1}) = \alpha_0(\tau) + \alpha_1(\tau)V_t$  dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \begin{cases} \alpha_0(\tau^*) = 0 \\ \alpha_1(\tau^*) = 1 \end{cases}$$

Dengan *fixed significant level (quantile)*  $\tau = \tau^*$

Hipotesis diatas juga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H_0: \theta(\tau^*) = 0$$

dimana:

$$\theta(\tau^*) = [\alpha_0(\tau^*); (\alpha_1(\tau^*) - 1)]'$$

c. Menentukan statistik uji

$$\zeta_{VQR} = T \left[ \hat{\theta}(\tau^*)' \left( \tau^* (1 - \tau^*) H_{\tau^*}^{-1} J H_{\tau^*}^{-1} \right)^{-1} \hat{\theta}(\tau^*) \right]$$

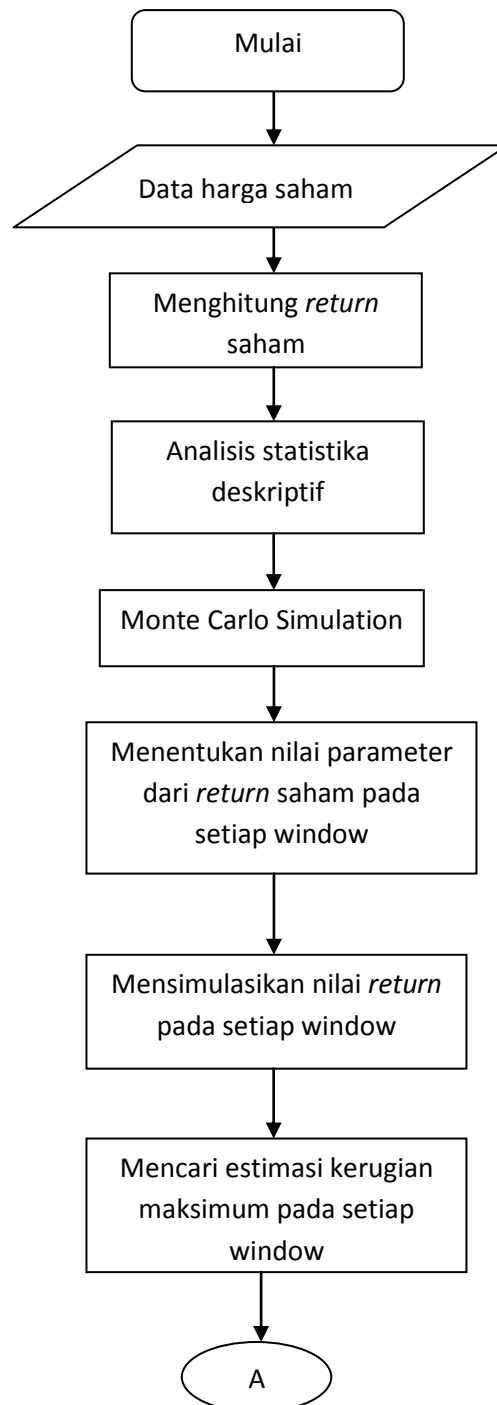
Dengan  $T$ =ukuran sampel,  $J = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t x_t'$ ,  $H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t x_t' \left[ f_t(\mathcal{Q}_{R_t}(\tau^* | x_t)) \right]$

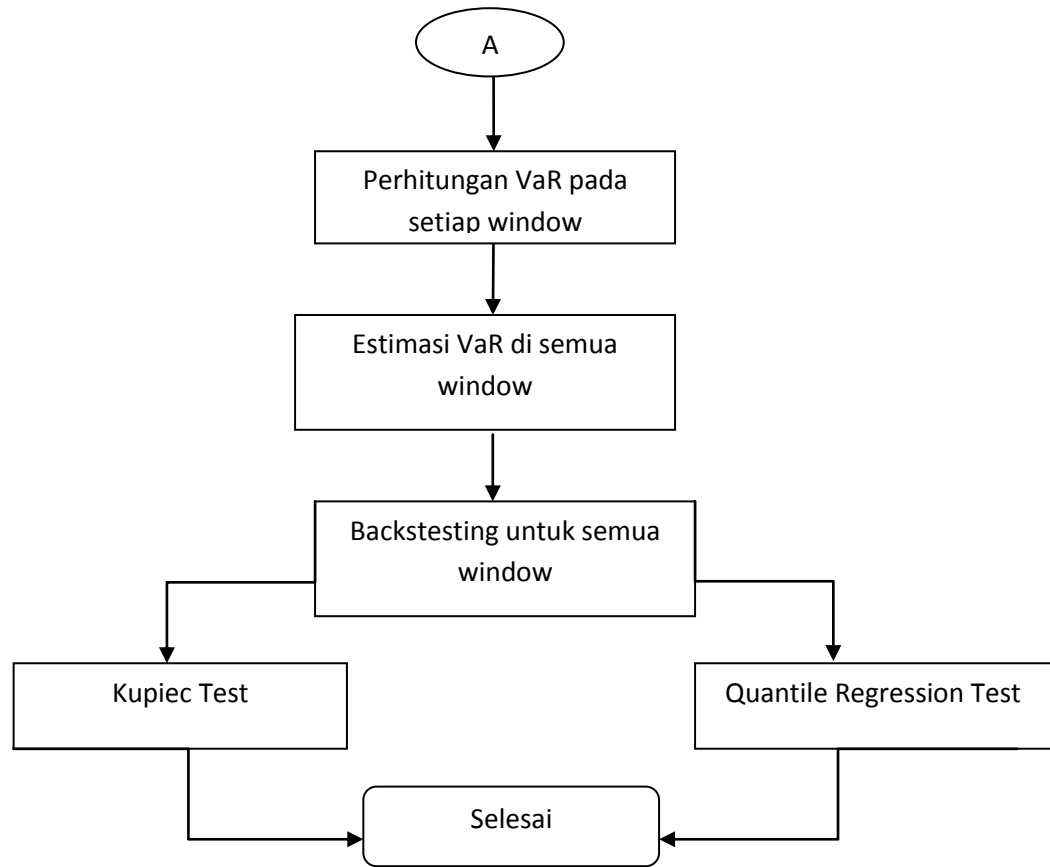
dan  $x_t' = [1, V_t]$ .

d. Tolak  $H_0$  jika  $\zeta_{VQR} \geq$  Chi Square Tabel. Jika gagal tolak  $H_0$  maka VaR menunjukkan performa yang bagus.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir memberikan gambaran dari tahapan-tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada *flowchart* kerangka penelitian berikut ini:





Gambar 3.2 Diagram alir tahapan analisis

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 4

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Tingginya tingkat ketidakpastian dan kompleksitas di lingkungan pasar modal telah membuktikan bahwa lemahnya pengelolaan dan pengendalian risiko, memberikan dampak kerugian yang sangat besar bagi perusahaan. Sejalan dengan kondisi globalisasi dan kompleksitas risiko dalam lingkup kegiatan investasi memerlukan alat bantu untuk mengukur risiko yang lebih diandalkan.

Menurut JP Morgan (1994) perusahaan jasa keuangan telah mengembangkan suatu model yang dikenal dengan nama *Value at Risk* (VaR) yang awalnya ditujukan untuk mengukur besarnya dampak eksposur investasi terhadap risiko yang sangat banyak digunakan dan dapat diandalkan dalam lingkup pengelolaan risiko keuangan.

Pada bab ini, akan dibahas mengenai pengukuran *Value at Risk* pada data *return* saham PNBS dengan menggunakan *Monte Carlo Simulation*, sehingga para investor dapat mengambil keputusan atau tindakan agar tidak mengalami kerugian yang berlebih dan untuk menguji validasi dari hasil *Value at Risk* tersebut menggunakan metode *backtesting* secara *Kupiec Test* dan *Quantile Regression*.

#### 4.1 Statistika Deskriptif

Sebelum membahas analisis VaR pada data *return* saham PNBS diperlukan analisis deskriptif untuk mengetahui pola dan karakteristik *return* saham, yang dapat dijelaskan dengan Mean, Varians, Nilai Minimum, Nilai Maksimum, Skewness dan Kurtosis seperti pada tabel 4.1 berikut:

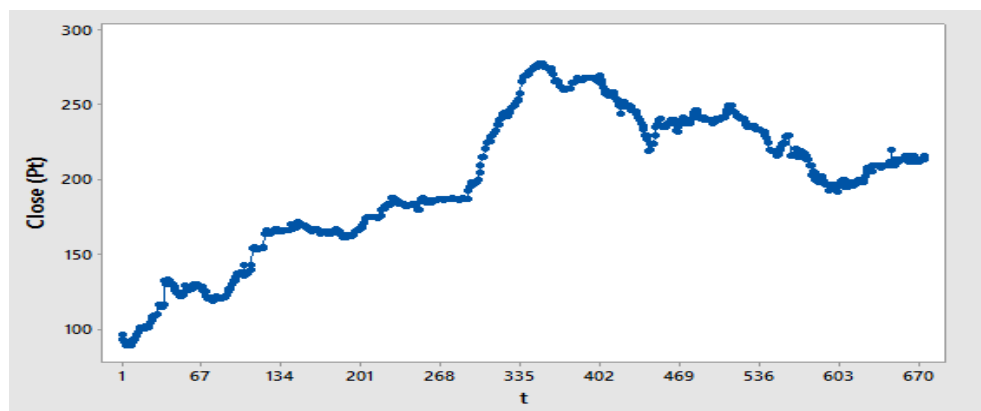
**Tabel 4.1.** Statistika Deskriptif Data *Return* Saham PNBS

Variable	Mean	Varians	Minimum	Maksimum	Skewness	Kurtosis
Return	0.001279	0.000154	-0.06087	0.13793	2.57	26.15



Pada Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa rata-rata dan varians *return* saham PNBS periode 16 Januari 2014 - 31 Agustus 2016 masing-masing adalah 0.001279 dan 0.000154. Nilai minimum dan maksimum menunjukkan bahwa terjadi volatilitas pasar yang signifikan. Nilai *skewness* menunjukkan bahwa data *return* tidak terdistribusi secara simetris, yaitu nilai *skewness* positif yang memberikan gambaran bahwa amatan menceng ke kanan. Sedangkan nilai kurtosis menunjukkan bahwa nilai *return* saham menunjukkan adanya *excess kurtosis (leptokurtic)* yang mengindikasikan adanya ekor gemuk (*heavy tail*), yang berarti bahwa distribusi data tersebut memiliki frekuensi data di ujung sebaran lebih tinggi dari pada sebaran normal.

Selain dengan statistik deskriptif, untuk mengetahui karakteristik dan pola data juga dapat dilihat berdasarkan plot *time series* yang merupakan salah satu pernyataan visual paling sederhana yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat risiko perusahaan. Berikut ini merupakan *time series plot* dari harga penutupan saham harian PNBS.

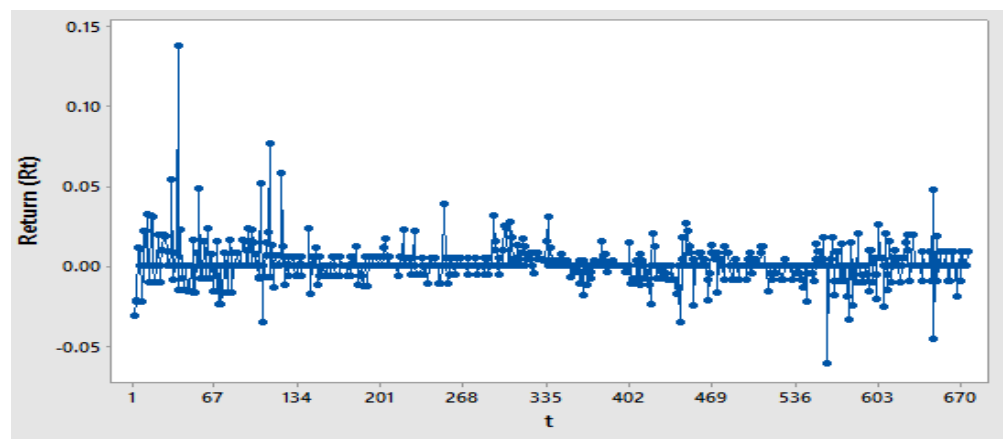


**Gambar 4.1** *Time Series Plot* dari harga penutupan saham harian PNBS periode 16 Januari 2014 - 31 Agustus 2016

Berdasarkan Gambar 4.1 di atas, diketahui bahwa harga saham terus meningkat setiap harinya, meskipun terjadi penurunan harga saham, namun tidak terlalu signifikan. Namun, diakhir periode nampak harga saham mulai stabil, yaitu

berkisar diantara Rp. 202,- sampai dengan Rp.216,-. Pada periode Januari-Mei 2015 harga saham PNBS mengalami peningkatan dari level Rp.180,- ke level Rp. 278,- atau naik Rp.98,-. Kenaikan ini mempengaruhi risiko, *return* dan daya tarik investor. Ketertarikan investor tersebut digunakan untuk meningkatkan volume penjualan saham sekaligus meningkatkan nilai *return* sehingga saham PNBS akan bersifat lebih likuid.

Dalam melakukan investasi, seorang investor mengharapkan untuk memperoleh *return* yang tinggi dengan kerugian yang minimal. Akan tetapi saham dengan *return* yang tinggi memiliki kecenderungan untuk risiko yang tinggi pula. Kondisi *return* pada saham PNBS diberikan pada Gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4.2** *Time Series Plot* dari *return* saham harian PNBS periode 16 Januari 2014 - 31 Agustus 2016

Besarnya hasil yang diperoleh oleh seorang investor dalam melakukan investasi saham salah satunya tercermin dari nilai *return* yang didapatkan. Berdasarkan konsep investasi klasik yaitu *high return high risk*, seorang investor harus mampu melakukan estimasi nilai risiko untuk mengantisipasi terjadinya kebangkrutan dalam kegiatan investasi saham. Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat pergerakan harga *return* pada bulan Januari 2014 sampai dengan Agustus 2016 sangat fluktuatif, dimana dari awal sampai akhir periode harga saham pergerakan *return*

saham antara -0,05 dan 0,15. Nilai *return* cenderung berada di sekitar titik nol dan bersifat stationer dalam *mean*.

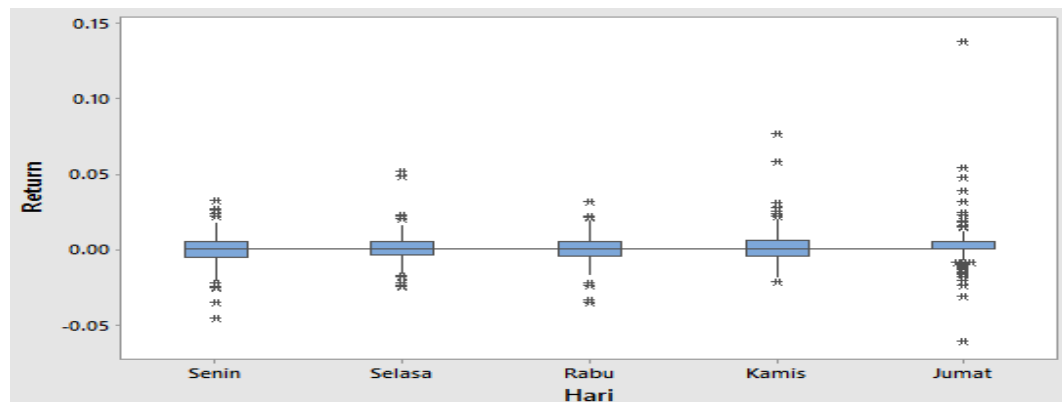
BEI memiliki lima hari aktif dalam seminggu untuk melakukan transaksi saham yaitu mulai hari Senin sampai dengan hari Jumat. Pada kelima hari tersebut, akan dilihat persebaran nilai *return* saham per hari sebagai bahan pertimbangan investor dalam melakukan transaksi saham setiap minggu terkait dengan tinggi rendahnya *return* yang didapatkan. Secara spesifik, karakteristik *return* saham harian ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2** Karakteristik Data *Return* Berdasarkan Hari

Hari	Mean	Varian
Senin	0,000172	0,000125
Selasa	0,001321	0,000109
Rabu	0,000397	0,000094
Kamis	0,002639	0,000156
Jumat	0,001838	0,000288

Berdasarkan deskripsi statistik yang disajikan pada Tabel 4.2 diatas, terlihat bahwa seorang investor sebaiknya membeli saham PNBS pada hari Kamis, karena cenderung menghasilkan *return* paling tinggi di antara hari-hari yang lain akibat adanya variansi yang relatif kecil. Sementara transaksi saham yang dilakukan pada hari Jumat cenderung mengalami kerugian akibat variansi pada hari Jumat relatif besar dibandingkan hari-hari lain sehingga kemungkinan tingkat kerugian pada hari tersebut juga besar. Dalam dunia perdagangan saham, terdapat istilah *day of week effect* atau terjadinya anomali saham dari konsep pasar efisien yang menyatakan bahwa rata-rata *return* yang dihasilkan dari suatu saham tidak berbeda signifikan meskipun dilakukan pada hari perdagangan yang berbeda. Sementara itu, anomali yang terjadi dalam *day of week effect* menyebutkan bahwa nilai *return* pada hari

Senin cenderung lebih rendah dibandingkan dengan *return* pada hari-hari lain dan Jumat merupakan hari yang cenderung memiliki *return* tinggi dibandingkan dengan hari-hari lain. Kondisi tersebut terjadi karena adanya faktor psikologis dari para investor yang tidak menyukai hari Senin dan cenderung bersikap pesimis (Putra, 2013 dalam Masitoh, 2015). Para investor cenderung menjual saham setelah hari libur sehingga *supply* saham meningkat yang menyebabkan harga saham menurun. Harga saham memiliki *trend* yang sama dengan *return* sehingga ketika harga saham rendah, maka *return* yang didapatkan juga rendah.



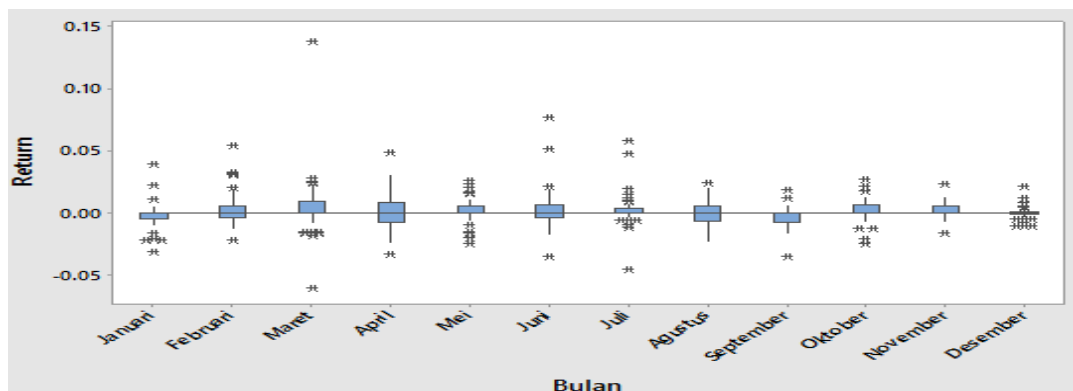
**Gambar 4.3** Boxplot *Return* Saham Berdasarkan Hari

Gambar 4.3 di atas menunjukkan kondisi transaksi saham setiap hari, terlihat bahwa nilai median dari hari ke hari relatif sama. Nilai-nilai yang ekstrim menunjukkan *return* sekaligus risiko yang besar. Secara visual, terlihat bahwa pada hari Jumat terlihat nilai yang cukup ekstrim yang menandakan kemungkinan tingkat risiko pada hari tersebut juga paling besar. Sama halnya dengan nilai *return* pada masing-masing hari, nilai median *return* pada setiap bulan pun relatif sama, tidak didapati bulan-bulan yang memiliki nilai *return* yang jauh berbeda dengan bulan-bulan yang lain. Namun disetiap bulan tetap ditemui nilai-nilai ekstrim yang menunjukkan tingkat *return* dan/atau risiko yang lebih besar maupun lebih kecil. Berikut disajikan karakteristik data *return* berdasarkan bulan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Karakteristik Data *Return* Berdasarkan Bulan

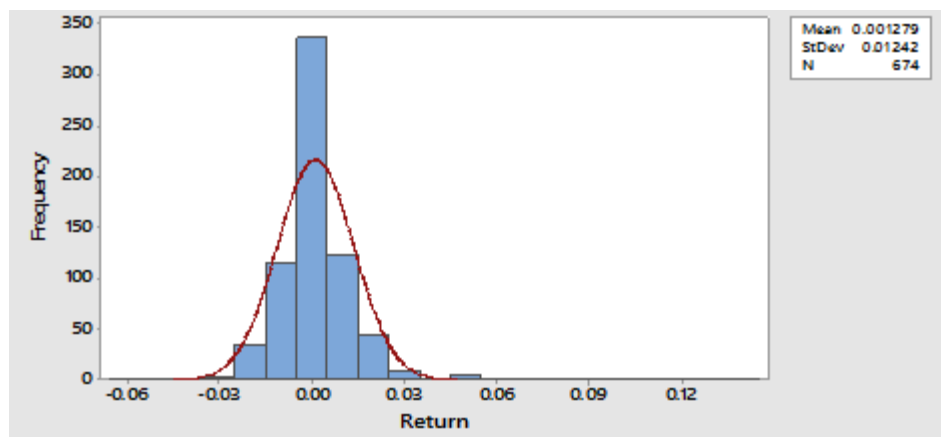
Bulan	Mean	Varian
Januari	-0,00089	0,000114
Februari	0,003074	0,000165
Maret	0,004146	0,000482
April	0,00078	0,000189
Mei	0,00184	0,000101
Juni	0,002608	0,000218
Juli	0,00161	0,000142
Agustus	-0,00073	0,000076
September	-0,00291	0,000067
Oktober	0,002265	0,000084
November	0,002278	0,000048
Desember	0,000024	0,000037

Berdasarkan deskripsi statistik pada Tabel 4.3 diatas terlihat bahwa transaksi saham pada bulan Januari, Agustus dan September menghasilkan *return* yang negatif atau cenderung mengalami kerugian. Hal tersebut juga terlihat pada variansinya yang relatif kecil. Sedangkan Mei merupakan bulan yang paling stabil. Berikut akan disajikan Boxplot *return* saham berdasarkan bulan pada Gambar 4.4.

**Gambar 4.4** Boxplot *Return* Saham Berdasarkan Bulan

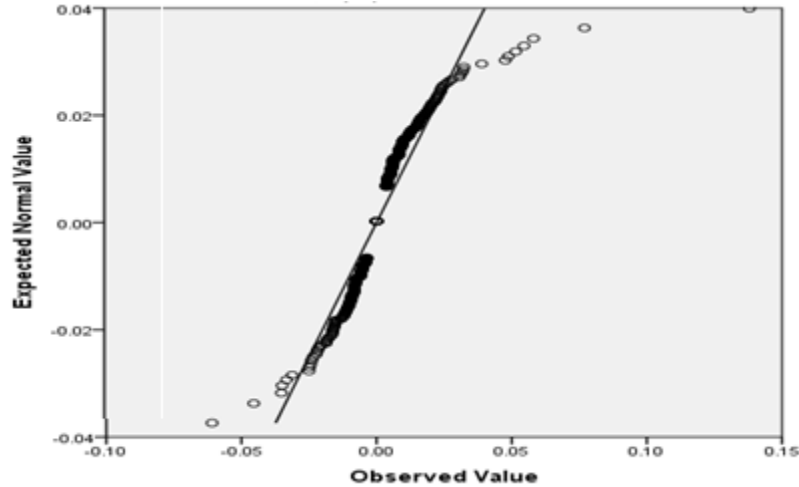
Laporan keuangan yang diterbitkan setiap akhir tahun oleh perusahaan seringkali direspon/dikoreksi oleh para investor sesuai dengan strategi yang digunakan. Awal tahun juga merupakan waktu yang tepat bagi para investor untuk membeli saham dalam jumlah yang besar. Hal ini dikarenakan seorang investor cenderung menjual sebagian besar sahamnya pada bulan-bulan sebelumnya untuk menghindari pajak yang terlalu besar di akhir tahun. Dengan demikian, akan terdapat banyak anomali yang terjadi pada bulan Januari, terutama untuk lima hari pertama yang ditunjukkan dengan *return-return* yang bersifat abnormal. Sebagian investor percaya bahwa lima hari pertama di bulan Januari menunjukkan gambaran aktivitas saham selama satu tahun ke depan. Kondisi terdapatnya anomali pada bulan Januari dikenal dengan *January Effect*.

Kenormalan data *return* saham PNBS dapat dilihat dari histogram (Gambar 4.5), plot normal QQ (Gambar 4.6) dan Uji Normalitas.



**Gambar 4.5** Histogram Data *Return* PNBS

Dari Gambar 4.5 di atas, terlihat bahwa data cenderung tidak berdistribusi normal. Hal ini terlihat dari distribusi data *return* mempunyai bentuk yang *leptokurtic*, yaitu lebih runcing dari distribusi normal, yang merupakan indikasi terdapat *heavy tail* pada data *return*.



**Gambar 4.6** Plot Normal QQ Data *Return* PNBS

Hal yang sama ditunjukkan pada Gambar 4.6 diatas menunjukkan nilai-nilai *return* menyebar menjauhi garis lurus, menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal.

#### 4.2 Uji Normalitas Data *Return* Saham

Sebelum dilakukan perhitungan VaR, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data *return* saham PNBS menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, sebagai berikut:

a. Hipotesis

$H_0$  : Data *return* saham PNBS mengikuti distribusi normal

$H_1$  : Data *return* saham PNBS tidak mengikuti distribusi normal

b. Statistik Uji

$$T = \sup_x |F^*(x) - S(x)|$$

c. Tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$

d. Kriteria Uji

$H_0$  ditolak jika  $p - value < \alpha$

e. Perhitungan

**Tabel 4.4** Uji Kolmogorov-Smirnov Data *Return* Saham PNBS

Kolmogorov-Smirnov			
	Statistik	Df	Sig
Return	0,207	674	0,000

f. Keputusan

Dari hasil perhitungan uji Kolmogorov-Smirnov yang terlihat pada Tabel 4.4 bahwa pada data *return* saham PNBS diperoleh *p-value* 0.00, karena *p-value* < 0.05 maka diputuskan untuk menolak  $H_0$ .

g. Kesimpulan

Berdasarkan hasil keputusan tolak  $H_0$ , maka dapat disimpulkan dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% data *return* saham PNBS periode 16 Januari 2014 - 31 Agustus 2016 tidak berdistribusi normal.

#### 4.3 Estimasi *Value at Risk* dengan Menggunakan *Monte Carlo Simulation*

Penggunaan metode *Monte Carlo Simulation* salah satunya adalah untuk mengukur risiko. Dalam mengestimasi nilai *Value at Risk* (VaR) baik pada aset tunggal maupun portofolio, *Monte Carlo Simulation* mempunyai beberapa jenis algoritma. Namun pada intinya adalah melakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan random untuk mengestimasi nilai VaRnya. Kelebihan dari *Monte Carlo Simulation* adalah tidak ada asumsi tentang normalitas dari *return*, meskipun parameter yang diestimasi berasal dari data historis.

Perhitungan VaR pada satu periode kedepan dilakukan dengan metode *sliding window* dengan ukuran *window* 250, sehingga peramalan VaR yang diperoleh sejumlah 425 data. Metode perhitungan VaR dalam hal ini dihitung berdasarkan mean dan varian pada masing-masing *window*. Nilai parameter mean dan varian dari *return* aset tersebut digunakan untuk mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara random *return* aset tunggal dengan parameter yang diperoleh sebanyak 5.000. Dalam penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan 95% dan 99%

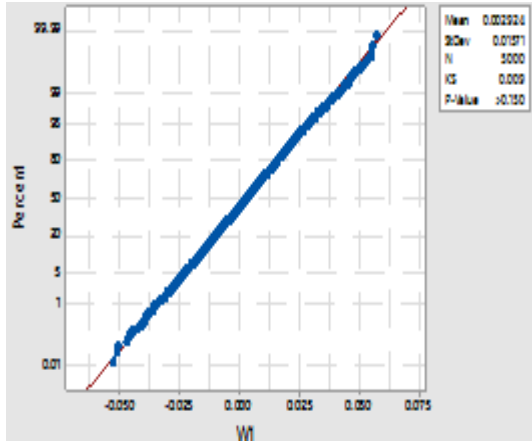


untuk mengetahui perbedaan keakuratan metode yang digunakan. Hasil simulasi *return* dengan menggunakan *sliding window* disajikan pada Tabel 4.5 dibawah ini.

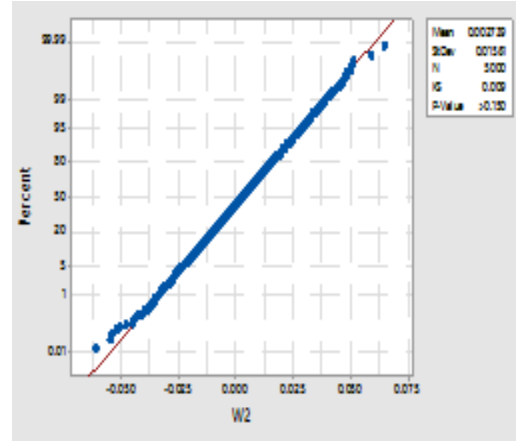
**Tabel 4.5** Data Simulasi *Return* Saham PNBS dengan Metode *Sliding Window*

NO.	W1	W2	W3	W4	W5	...	W425
1	-0.0527	-0.0613	-0.0534	-0.0559	-0.0545	...	-0.0413
2	-0.0513	-0.055	-0.0508	-0.0556	-0.052	...	-0.0398
3	-0.0509	-0.0542	-0.0507	-0.05	-0.0505	...	-0.0386
4	-0.0471	-0.052	-0.05	-0.0491	-0.0487	...	-0.0352
5	-0.0469	-0.0506	-0.046	-0.0451	-0.0482	...	-0.0347
6	-0.0458	-0.048	-0.0459	-0.0423	-0.0475	...	-0.0329
7	-0.0456	-0.0452	-0.045	-0.0413	-0.0457	...	-0.0319
8	-0.0449	-0.0445	-0.0431	-0.041	-0.0448	...	-0.0314
9	-0.0446	-0.0441	-0.0427	-0.0397	-0.0443	...	-0.0313
10	-0.0425	-0.0437	-0.0424	-0.0391	-0.0436	...	-0.0312
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
5000	-0.0573	-0.0650	-0.0582	-0.0615	-0.0559	...	-0.0348

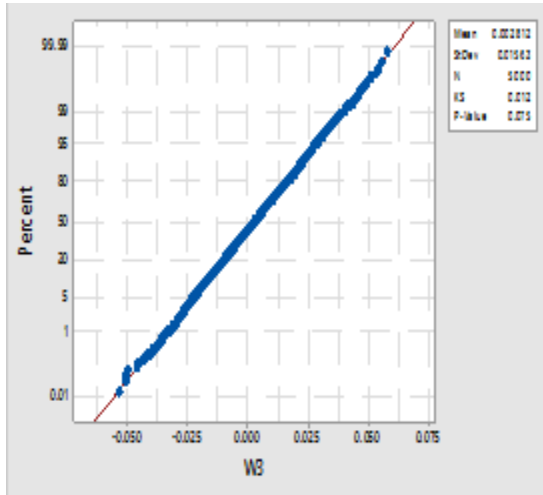
Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 4.5 diatas, diperoleh nilai *return* sebanyak 5000 data setiap *window* dengan jumlah *window* sebanyak 425 dan pada Gambar 4.7 terlihat bahwa titik yang terbentuk menyebar disekitar garis diagonal dan penyebaran mengikuti arah garis diagonal, sehingga dapat dikatakan setelah melakukan simulasi sebanyak 5000, data *return* saham PNBS berdistribusi normal.



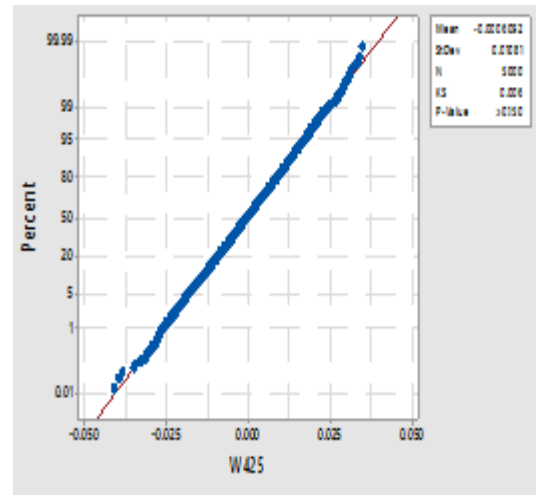
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 4.7** Plot Uji Normalitas Data Simulasi *Return* Saham PNBS dengan *Sliding Window*, (a) Window 1, (b) Window 2, (c) Window 3, (d) Window 425

Berdasarkan data simulasi pada Tabel 4.5 dapat diperoleh estimasi kerugian maksimum yang dinotasikan dengan  $Q^*$ .

**Tabel 4.6** Data Estimasi Kerugian Maksimum  $Q^*$ 

Window	Tingkat Kepercayaan	
	95%	99%
1	-0,028817	-0,041496
2	-0,028767	-0,038997
3	-0,028355	-0,039576
4	-0,028514	-0,039939
5	-0,029594	-0,039501
6	-0,028993	-0,040121
7	-0,02906	-0,040171
8	-0,028118	-0,03776
9	-0,028636	-0,039516
10	-0,028249	-0,039005
⋮	⋮	⋮
425	-0,017037	-0,024347

Untuk menghitung nilai VaR dengan menggunakan nilai  $Q^*$  pada Tabel 4.6 dan jika dana awal yang di investasikan pada Bank Panin Syariah (PNBS) sebesar Rp.1.000.000.000,- dengan *Holding period* dalam kasus ini adalah satu hari, maka VaR yang dicari merupakan VaR harian, maka pada tingkat kepercayaan 95% dan 99% diperoleh nilai VaR sebagai berikut.

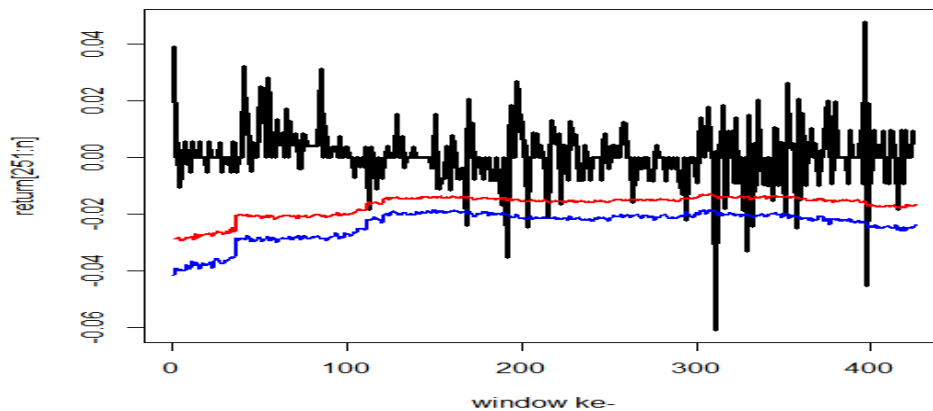
Berdasarkan Tabel 4.7 diperoleh nilai VaR pada setiap *window* yang mencerminkan berbagai kemungkinan nilai VaR, sehingga diperlukan nilai rata-rata untuk menstabilkan nilai karena nilai VaR yang dihasilkan tiap simulasi berbeda. Nilai rata-rata yang diperoleh dengan tingkat kepercayaan 95% adalah 17.081.140 yang berarti bahwa pada tingkat keyakinan 95% seorang investor yang menginvestasikan uangnya pada saham PNBS, akan mengalami kerugian maksimal sebesar Rp. 17.081.140,-. Dapat juga dikatakan bahwa terdapat kemungkinan sebesar

5% bahwa seorang investor yang berinvestasi Rp. 1.000.000.000,- pada saham PNBS akan mengalami kerugian minimal Rp. 17.081.140,-. Interpretasi yang sama berlaku juga pada penentuan VaR dengan tingkat kepercayaan 99%.

**Tabel 4.7** Hasil Estimasi VaR untuk investasi sebesar Rp. 1.000.000.000,- dengan Menggunakan Metode Simualasi Monte Carlo

Window	Tingkat Kepercayaan	
	95%	99%
1	-28817065	-41496311
2	-28766938	-38997115
3	-28355055	-39576476
4	-28513652	-39939095
5	-29593540	-39500561
6	-28992607	-40120696
7	-29061830	-40170663
8	-28118091	-37776469
9	-28636452	-39516349
10	-28248776	-39005391
⋮	⋮	⋮
425	-17037365	-24346860

Dengan membandingkan nilai VaR yang diperoleh pada tingkat kepercayaan 95% dan 99% diperoleh nilai VaR yang lebih besar dengan menggunakan tingkat kepercayaan 99%, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kemungkinan risiko yang didapat oleh seorang investor maka semakin tinggi pula kemungkinan keuntungan yang diperoleh. Hal serupa juga dapat dilihat pada plot dibawah ini.



**Gambar 4.7** Perhitungan Risiko (bawah) pada Saham PNBS, dengan tingkat kepercayaan 95% (merah) dan 99% (biru)

Nilai VaR pada setiap *window* pada masing-masing tingkat kepercayaan yang ditunjukkan pada Gambar 4.7 garis di bawah titik nol menunjukkan estimasi risiko. Keputusan dalam memilih investasi sepenuhnya bergantung pada sudut pandang investor. Apabila investor mengharapkan tingkat keuntungan yang tinggi, maka harus menanggung risiko yang tinggi pula, begitu juga sebaliknya, apabila investor menginginkan risiko yang lebih rendah, maka tingkat keuntungan yang diharapkan juga akan semakin rendah, sesuai dengan konsep investasi, *high risk high return*. Pemilihan perusahaan sebagai tempat berinvestasi sangat bergantung dari psikologi seorang investor. Investor yang bersifat *risk taker* cenderung memilih perusahaan yang dapat memberikan *return* maksimal meskipun diikuti dengan kemungkinan memperoleh risiko yang maksimal pula. Maka dari itu, investor bisa memilih menginvestasikan dananya pada berbagai aset untuk mengurangi kerugian/risiko investasi.

#### 4.4 Backtesting

*Backtesting* adalah prosedur dimana keuntungan atau kerugian aktual dibandingkan dengan estimasi *Value at Risk*. Bila estimasi dari VaR tidak akurat,

model perhitungan harus dikaji ulang apakah terdapat asumsi yang tidak benar, pengukuran yang salah, atau pemodelan yang tidak akurat. Dalam penelitian ini pengujian validitas atau *backtesting* merupakan suatu tahap penting untuk menguji apakah validitas model VaR yang digunakan sudah akurat atau belum. *Backtesting* sangat penting dari manajemen risiko untuk menguji kelayakan model VaR yang digunakan. Metode *Backtesting* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Kupiec test* dan *Quantile Regression*.

#### 4.4.1 Kupiec Test

*Backtesting* diperlukan untuk memvalidasi apakah VaR yang diestimasi adalah akurat atau konsisten dengan data. Metode *backtesting* dengan menggunakan *Kupiec Test* membandingkan setiap VaR yang telah dihitung dengan *profit* atau *loss* yang sebenarnya dan kemudian mencatat tingkat kegagalan (*failure rate*) yang terjadi. Berdasarkan hasil *backtesting* dengan menggunakan *kupiec test*, dipakai pendekatan berdasarkan nilai *Loglikelihood Ratio* (LR). Nilai *Loglikelihood Ratio* dibandingkan dengan *chi-square* dengan *degree of freedom* 1 (satu) untuk masing-masing tingkat kepercayaan VaR. Nilai *chi-square* untuk tingkat kepercayaan 95% adalah 3,84 dan untuk tingkat kepercayaan 99% adalah 6,63. Untuk menghitung VaR 95% dari 425 data *return* saham PNBS dengan hasil pengukuran nilai *return* yang melebihi VaR adalah 27 dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. VaR 95%,  $p = 0,05$

a. Hipotesis

$H_0$  : VaR akurat

$H_1$  : VaR tidak akurat

b. Taraf signifikansi :  $\alpha = 5\%$

c. Statistik uji

$$\zeta LR = -2\ln\left[(1-p)^{T-N} \times p^N\right] + 2\ln\left\{\left[1-\left(\frac{N}{T}\right)\right]^{(T-N)} \left(\frac{N}{T}\right)^N\right\}$$

$$\zeta LR = -2\ln\left[(1-0,05)^{425-27} \times 0,05^{27}\right] + 2\ln\left\{\left[1-\left(\frac{27}{425}\right)\right]^{(425-27)} \left(\frac{27}{425}\right)^{27}\right\}$$

$$= 1,72$$

$$P - value = P(\zeta_{LR} > 1,72) = (1 - 0,810307) = 0,189693$$

d. Kriteria uji

Tolak  $H_0$  jika  $\zeta LR > \chi^2_{(1;\alpha)}$  atau p-value  $< \alpha$

e. Keputusan

Gagal tolak  $H_0$ , karena  $\zeta LR = 1,72 < \chi^2_{(1;0.05)} = 3,84$  dan p-value = 0,189693  $> \alpha = 0,05$

f. Kesimpulan

Pada taraf signifikansi 5%, model VaR yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* akurat.

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 99% diperoleh nilai *failure rate* adalah 7. Sehingga untuk menguji validasi nilai VaR yang diperoleh dengan hasil estimasi simulasi monte carlo digunakan langkah-langkah sebagai berikut:

2. VaR 99%,  $p = 0,01$

a. Hipotesis

$H_0$  : VaR akurat

$H_1$  : VaR tidak akurat

b. Taraf signifikansi :  $\alpha = 5\%$

c. Statistik uji

$$\zeta LR = -2\ln\left[(1-p)^{T-N} \times p^N\right] + 2\ln\left\{\left[1-\left(\frac{N}{T}\right)\right]^{(T-N)} \left(\frac{N}{T}\right)^N\right\}$$

$$\zeta LR = -2\ln\left[(1-0,01)^{425-7} \times 0,01^7\right] + 2\ln\left\{\left[1-\left(\frac{7}{425}\right)\right]^{(425-7)} \left(\frac{7}{425}\right)^7\right\}$$

$$= 1,503$$

$$P - value = P(\zeta_{LR} > 1,503) = (1 - 0,7797897) = 0,2202103$$

d. Kriteria uji

Tolak  $H_0$  jika  $\zeta LR > \chi^2_{(1;\alpha)}$  atau p-value  $< \alpha$

e. Keputusan

Gagal tolak  $H_0$ , karena  $\zeta LR = 1,503 < \chi^2_{(1;0.05)} = 3,84$  dan p-value = 0,2202103  $> \alpha = 0,05$

f. Kesimpulan

Pada taraf signifikansi 5%, model VaR yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* akurat.

Berdasarkan perhitungan *backtesting* dengan menggunakan metode *Kupiec Test* secara umum dapat digambarkan bahwa kedua nilai VaR yang dihasilkan cukup tinggi, karena terdapat 27 pada VaR 95% dan 7 pada VaR 99% *return* yang melewati nilai VaR. Karena nilai LR lebih kecil dari *chi-square* pada masing-masing tingkat kepercayaan maka  $H_0$  yang menyatakan bahwa VaR akurat tidak dapat ditolak, sehingga dengan menggunakan metode *Kupiec Test* untuk VaR 95% dan VaR 99%



yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* valid dan layak digunakan untuk menghitung risiko pada saham PNBS.

#### 4.4.2 Quantile Regression

VaR didefinisikan sebagai *projected distribution* dari keuntungan dan kerugian. Jika  $\tau^* \in (0,1)$  adalah *tail level* yang dipilih dari distribusi tersebut, VaR dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$P_r \left[ R_t \leq V_t \mid \mathcal{F}_{t-1} \right] = \tau^* ,$$

dimana  $\mathcal{F}_{t-1}$  adalah informasi yang tersedia pada waktu  $t - 1$ ,  $R_t$  adalah *return*, dan  $V_t$  adalah VaR saat ke- $t$ .

VaR adalah sebuah estimasi dan setiap perhitungan estimasi tentunya memiliki masalah dengan perubahan-perubahan nilai suatu asset yang tidak memiliki pola tetap, sehingga model perhitungan VaR yang dibentuk perlu divalidasi, sehingga model yang dihasilkan dalam perhitungan VaR diharapkan menjadi suatu model yang baik. Oleh karena itu, salah satu cara untuk menguji performa model VaR adalah dengan menguji hipotesis nol ( $H_0$ ) pada persamaan (2.9) yaitu:

$$R_t = \alpha_0(\tau^*) + \alpha_1(\tau^*)V_t$$

Hipotesis untuk *quantile regression* sebagai berikut:

$$H_0: \begin{cases} \alpha_0(\tau^*) = 0 \\ \alpha_1(\tau^*) = 1 \end{cases}$$

Hipotesis diatas juga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_0 : R \theta(\tau^*) &= r \\ H_1 : R \theta(\tau^*) &\neq r \end{aligned}$$

dimana:  $R$  adalah matrik identitas  $2 \times 2$ , dan  $r = [0,1]$ , atau secara lebih sederhana dapat dituliskan  $H_0 : \theta(\tau^*) = 0$ , dengan  $\theta(\tau^*) = [\alpha_0(\tau^*); (\alpha_1(\tau^*) - 1)]'$ , statistik uji yang digunakan untuk menguji hipotesis *quantile regression* dirumuskan sebagai berikut:

$$\zeta_{VQR} = T \left[ \hat{\theta}(\tau^*)' (\tau^* (1 - \tau^*) H_{\tau^*}^{-1} J H_{\tau^*}^{-1})^{-1} \hat{\theta}(\tau^*) \right], \text{ dimana } T = 425 \text{ dan } \theta(\tau^*) = [\alpha_0(\tau^*); (\alpha_1(\tau^*) - 1)]', \text{ diperoleh dari regresi VaR 95\% dengan } \textit{quantile} \text{ setiap } \textit{window} \text{ sehingga diperoleh:}$$

- untuk  $\tau^* = 95\%$ ,  $\theta(\tau^*) = [-0,0054 \quad -1,0883]'$
- untuk  $\tau^* = 99\%$ ,  $\theta(\tau^*) = [-0,0053 \quad -1,04908]'$

$$\begin{aligned} J &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t x_t' \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \sum_{t=1}^{425} \begin{bmatrix} 1 \\ V_t \end{bmatrix} [1 \quad V_t] \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ V_1 \end{bmatrix} [1 \quad V_1] + \begin{bmatrix} 1 \\ V_2 \end{bmatrix} [1 \quad V_2] + \begin{bmatrix} 1 \\ V_3 \end{bmatrix} [1 \quad V_3] + \dots + \begin{bmatrix} 1 \\ V_{425} \end{bmatrix} [1 \quad V_{425}] \right\} \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \begin{bmatrix} 425 & 7,175039 \\ 7,175039 & 0,128169 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1 & 0,016882 \\ 0,016882 & 0,000302 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t x_t' \left[ f_t \left( \mathcal{Q}_{R_t} \left( \tau^* \mid x_t \right) \right) \right]$$

$$H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \sum_{t=1}^{425} \begin{bmatrix} 1 \\ V_t \end{bmatrix} [1 \quad V_t] \left[ f_t \left( \mathcal{Q}_{R_t} \left( \tau^* \mid x_t \right) \right) \right]$$

$$H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \left[ \begin{bmatrix} 1 \\ V_1 \end{bmatrix} [1 \quad V_1] \left[ f_1 \left( \mathcal{Q}_{R_1} \left( \tau^* \mid x_1 \right) \right) \right] + \begin{bmatrix} 1 \\ V_2 \end{bmatrix} [1 \quad V_2] \left[ f_2 \left( \mathcal{Q}_{R_2} \left( \tau^* \mid x_2 \right) \right) \right] \right. \\ \left. + \begin{bmatrix} 1 \\ V_3 \end{bmatrix} [1 \quad V_3] \left[ f_3 \left( \mathcal{Q}_{R_3} \left( \tau^* \mid x_3 \right) \right) \right] + \dots + \begin{bmatrix} 1 \\ V_{425} \end{bmatrix} [1 \quad V_{425}] \left[ f_{425} \left( \mathcal{Q}_{R_{425}} \left( \tau^* \mid x_{425} \right) \right) \right] \right]$$

$$H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \begin{bmatrix} 210,6826 & 3,597693 \\ 3,597693 & 0,0646 \end{bmatrix}$$

$$H_{\tau^*} = \begin{bmatrix} 0,495724 & 0,008465 \\ 0,008465 & 0,000152 \end{bmatrix}$$

$$H_{\tau}^{-1} = \begin{bmatrix} 41,14977897 & -2291,66368 \\ -2291,66368 & 134203,5068 \end{bmatrix}$$

Sehingga untuk  $\tau^* = 95\%$ ,

$$\begin{aligned} \zeta_{VQR} &= T \left[ \hat{\theta}(\tau^*)' \left( \tau^* (1 - \tau^*) H_{\tau}^{-1} J H_{\tau}^{-1} \right)^{-1} \hat{\theta}(\tau^*) \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,00542 & -1,883 \end{bmatrix} \left( \begin{bmatrix} 4,528184 & -251,363 \\ -251,363 & 14574,11 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} -0,00542 \\ -1,883 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,00542 & -1,883 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5,184981 & 0,089427 \\ 0,089427 & 0,001611 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,00542 \\ -1,883 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,12543 & -0,00224 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,00542 \\ -1,883 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425(0,003115) \\ &= 1,324016 \end{aligned}$$

Sehingga berdasarkan statistik uji yang diperoleh, dapat ditentukan p-valuenya sebagai berikut:

$$P - value = P(\zeta_{VQR} > 1,324016) = (1 - 0,4841855) = 0,5158145$$

*Backtesting* dengan menggunakan metode *Quantile Regression* akan menolak  $H_0$  jika  $\zeta_{VQR} \geq \chi^2_{(2;0,05)}$  atau p-value  $< \alpha$ . Berdasarkan statistik uji dan p-value yang diperoleh dapat diputuskan untuk Gagal tolak karena  $\zeta_{VQR} = 1,324016 < \chi^2_{(2;0,05)} = 5,991$  dan p-value  $= 0,5158145 > \alpha = 0,05$ . Sehingga dapat disimpulkan dengan menggunakan taraf signifikansi 5% VaR dengan  $\tau^* = 95\%$  yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* menunjukkan performa yang bagus dan valid untuk digunakan. Sedangkan untuk  $\tau^* = 99\%$  diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\zeta_{VQR} &= T \left[ \hat{\theta}(\tau^*)' \left( \tau^* (1 - \tau^*) H_{\tau}^{-1} J H_{\tau}^{-1} \right)^{-1} \hat{\theta}(\tau^*) \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,00539 & -1,04908 \end{bmatrix} \left( \begin{bmatrix} 4,528184 & -251,363 \\ -251,363 & 14574,11 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} -0,00539 \\ -1,04908 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,00539 & -1,04908 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5,184981 & 0,089427 \\ 0,089427 & 0,001611 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,00539 \\ -1,04908 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,12176 & -0,00217 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,00539 \\ -1,04908 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425(0,002935) \\ &= 1,247357\end{aligned}$$

Sehingga berdasarkan statistik uji yang diperoleh, dapat ditentukan p-valuenya sebagai berikut:

$$P - value = P(\zeta_{VQR} > 1,247357) = (1 - 0,4640308) = 0,5359692$$

VaR dengan  $\tau^* = 99\%$  yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* juga menunjukkan performa yang bagus dan valid untuk digunakan. Karena berdasarkan statistik uji dan p-value yang diperoleh maka diputuskan untuk gagal tolak karena  $\zeta_{VQR} = 1,247357 < \chi^2_{(2;0,05)} = 5,991$  dan p-value = 0,5359692  $> \alpha = 0,05$ .

Untuk mengetahui perbedaan keakuratan metode yang digunakan, hal serupa juga diterapkan pada VaR 99%, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$\theta(\tau^*) = [\alpha_0(\tau^*); (\alpha_1(\tau^*) - 1)]'$ , diperoleh dari regresi VaR 99% dengan *quantile* setiap *window* sehingga diperoleh:

- untuk  $\tau^* = 95\%$ ,  $\theta(\tau^*) = [-0,00544 \quad -1,06441]'$
- untuk  $\tau^* = 99\%$ ,  $\theta(\tau^*) = [-0,00534 \quad -1,04]'$

sehingga untuk  $\tau^* = 95\%$  diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 J &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t x_t' \\
 &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \sum_{t=1}^{425} \begin{bmatrix} 1 \\ V_t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_t \end{bmatrix} \\
 &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ V_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ V_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ V_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_3 \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} 1 \\ V_{425} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_{425} \end{bmatrix} \right\} \\
 &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \begin{bmatrix} 425 & 9,810827 \\ 9,810827 & 0,241977 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 1 & 0,023084 \\ 0,023084 & 0,000569 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t x'_t \left[ f_t \left( \mathcal{Q}_{R_t} \left( \tau^* | x_t \right) \right) \right]$$

$$H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \sum_{t=1}^{425} \begin{bmatrix} 1 \\ V_t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_t \end{bmatrix} \left[ f_t \left( \mathcal{Q}_{R_t} \left( \tau^* | x_t \right) \right) \right]$$

$$H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \left[ \begin{bmatrix} 1 \\ V_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_1 \end{bmatrix} \left[ f_1 \left( \mathcal{Q}_{R_1} \left( \tau^* | x_1 \right) \right) \right] + \begin{bmatrix} 1 \\ V_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_2 \end{bmatrix} \left[ f_2 \left( \mathcal{Q}_{R_2} \left( \tau^* | x_2 \right) \right) \right] \right. \\ \left. + \begin{bmatrix} 1 \\ V_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_3 \end{bmatrix} \left[ f_3 \left( \mathcal{Q}_{R_3} \left( \tau^* | x_3 \right) \right) \right] + \dots + \begin{bmatrix} 1 \\ V_{425} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & V_{425} \end{bmatrix} \left[ f_{425} \left( \mathcal{Q}_{R_{425}} \left( \tau^* | x_{425} \right) \right) \right] \right]$$

$$H_{\tau^*} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{425} \begin{bmatrix} 210,6826 & 5,001084 \\ 5,001084 & 0,124263 \end{bmatrix}$$

$$H_{\tau^*} = \begin{bmatrix} 0,495724 & 0,011767 \\ 0,011767 & 0,000292 \end{bmatrix}$$

$$H_{\tau}^{-1} = \begin{bmatrix} 45,17 & -1817,91447 \\ -1817,91447 & 76583,9914 \end{bmatrix}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} \zeta_{VQR} &= T \left[ \hat{\theta}(\tau^*)' \left( \tau^* (1 - \tau^*) H_{\tau}^{-1} J H_{\tau}^{-1} \right)^{-1} \hat{\theta}(\tau^*) \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,00544 & -1,06441 \end{bmatrix} \left( \begin{bmatrix} 6,213323 & -248,815 \\ -248,815 & 10279,97 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} -0,00544 \\ -1,06441 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,00544 & -1,06441 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5,234044 & 0,126684 \\ 0,126684 & 0,003164 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,00544 \\ -1,06441 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,16332 & -0,00406 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,00544 \\ -1,06441 \end{bmatrix} \right] \end{aligned}$$

$$= 425(0,005206)$$

$$= 2,212614$$

Sehingga berdasarkan statistik uji yang diperoleh, dapat ditentukan p-valuenya sebagai berikut:

$$P - value = P(\zeta_{VQR} > 2,212614) = (1 - 0,6692217) = 0,3307783$$

*Backtesting* dengan menggunakan metode *Quantile Regression* untuk VaR 99% dengan menggunakan taraf signifikansi 1% ,  $\tau^* = 95\%$  dan kriteria uji akan tolak  $H_0$  jika  $\zeta_{VQR} \geq \chi^2_{(2;0,01)}$  atau p-value  $< \alpha$ . Berdasarkan statistik uji dan p-value yang diperoleh diputuskan untuk gagal tolak karena  $\zeta_{VQR} = 2,212615 < \chi^2_{(2;0,01)} = 9,21$  dan p-value  $= 0,3307783 > \alpha = 0,01$ . Sehingga dapat disimpulkan dengan menggunakan taraf signifikansi 1% dapat disimpulkan bahwa VaR dengan  $\tau^* = 95\%$  yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* menunjukkan performa yang bagus dan valid untuk digunakan. Sedangkan VaR 99% untuk  $\tau^* = 99\%$  diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \zeta_{VQR} &= T \left[ \hat{\theta}(\tau^*)' \left( \tau^* (1 - \tau^*) H_{\tau}^{-1} J H_{\tau}^{-1} \right)^{-1} \hat{\theta}(\tau^*) \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,00534 & -1,04 \end{bmatrix} \left( \begin{bmatrix} 6,213323 & -248,815 \\ -248,815 & 10279,97 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} -0,00534 \\ -1,04 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,00534 & -1,04 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5,234044 & 0,126684 \\ 0,126684 & 0,003164 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,00534 \\ -1,04 \end{bmatrix} \right] \\ &= 425 \left[ \begin{bmatrix} -0,1597 & -0,00397 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0,00534 \\ -1,04 \end{bmatrix} \right] \end{aligned}$$

$$= 425(0,04978)$$

$$= 2,115653$$

Sehingga berdasarkan statistik uji yang diperoleh, dapat ditentukan p-valuenya sebagai berikut:

$$P - value = P(\zeta_{VQR} > 2,115653) = (1 - 0,6527403) = 0,3472097$$

Berdasarkan statistik uji dan p-value yang diperoleh diputuskan untuk gagal tolak karena  $\zeta_{VQR} = 2,115653 < \chi^2_{(2;0,01)} = 9,21$  dan p-value = 0,3472097  $> \alpha = 0,01$ . Sehingga dengan menggunakan taraf signifikansi 1% dapat disimpulkan bahwa VaR dengan  $\tau^* = 99\%$  yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* menunjukkan performa yang bagus dan valid untuk digunakan.

Model VaR hanya bermanfaat bila dapat memprediksi risiko dengan baik. Berdasarkan kedua metode *backtesting* baik dengan *Kupiec Test* dan *Quantile Regression* diperoleh kesimpulan yang sama yaitu nilai VaR yang diperoleh dari hasil estimasi *Monte Carlo Simulation* merupakan nilai yang valid dan layak digunakan dalam penaksiran risiko pada saham PNBS.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, akan dijelaskan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Selain itu, terdapat pula saran terkait hasil penelitian sebagai pertimbangan/refrensi untuk penelitian berikutnya.

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Perhitungan VaR dengan menggunakan estimasi *Monte Carlo Simulation* pada satu periode kedepan dilakukan dengan metode *sliding window* dengan ukuran *window* 250, sehingga peramalan VaR yang diperoleh sejumlah 425 data, sehingga diperlukan nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai harapan dari VaR di setiap *window*. Nilai rata-rata yang diperoleh dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99% masing-masing adalah 17.081.140 dan 23.770.381.
2. Berdasarkan hasil *backtesting* dengan menggunakan *Kupiec Test* diperoleh  $\zeta_{LR}$  untuk masing-masing VaR 95% dan 99% adalah 1,72 dan 1,503, sedangkan dengan menggunakan *quantile regression* diperoleh  $\zeta_{VQR}$  untuk VaR 95% dengan  $\tau^* = 95\%$  dan  $\tau^* = 99\%$  masing-masing adalah 0,189693 dan 1,247357 sedangkan untuk VaR 99% dengan  $\tau^* = 95\%$  dan  $\tau^* = 99\%$  masing-masing adalah 2,212614 dan 2,115653, sehingga berdasarkan hasil *backtesting*, nilai *Value at Risk* yang diperoleh dengan menggunakan estimasi *Monte Carlo Simulation* valid dan layak digunakan untuk penaksiran risiko pada saham PNBS.

## 5.2 Saran

Pada penelitian ini, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Mempertimbangkan adanya pengaruh saham perusahaan lain dan pengaruh variabel makroekonomi, serta menggunakan lebih dari satu metode estimasi VaR untuk dibandingkan.
2. Melakukan *power test* untuk membandingkan metode *backtesting* mana yang mempunyai *power* lebih tinggi.
3. Seringkali investor melakukan investasi berupa portofolio beberapa saham, sehingga diperlukan metode estimasi nilai VaR terhadap suatu portofolio.
4. Memperpanjang periode data penutupan harga saham yang diteliti, mengingat investor lebih melihat prediksi jangka panjang dibanding prediksi jangka waktu yang relatif pendek.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina. (2012). *Analisis Value at Risk Portofolio Optimum Saham pada Perusahaan yang Terdaftar di Jakarta Islamic Index dengan Pendekatan EWMA*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Bisnis UIN Syarif Hidayatullah.
- Bank Indonesia. (2007). *Cetak Biru Pengembangan Perbankan Syariah di Indonesia*.
- Berkowitz, J. and O'Brien, J. (2002). *How Accurate are the Value at Risk Models at Commercial Banks*. Journal of Finance 57, 1093-1112.
- Best, P. (1999). *Implementing Value at Risk*. England: John Wiley & Sons.
- Cambell, J. Y. (1997). *The Econometric of Financial Market*. New Jersey: Princeton University Press.
- Chernobai, A. S., Rachev, S. T., and Frank, J. F. (2007). *Operational risk a guide to basel ii capital requirements, models and analysis*. Wiley Finance.
- Christoffersen, P. F., Hahn, J., and Inoue, A. (2001). *Testing and Comparing Value at Risks Measures*. Journal of Emperical Finance 8, 325-342.
- Christoffersen, P. F. (1998). *Evaluating Interval Forecast*. International Economic Review 39, 841-862.
- Conover. (2000). *Practical Nonparametric Statistics*. New York: John Wiley & Sons.
- Crouchy, M., and Galain, M. R. (2001). *Risk Management*. New York: Mc Graw Hill.
- Cruz, M. G. (2002). *Modeling Meas`uring and Hedging Operational Risk*. John Wiley & Sons, ltd.
- Donna, D. R. (2007). *Variabel-variabel yang Mempengaruhi Pembiayaan Perbankan Syariah di Indonesia*. Tesis (tidak dipublikasikan). Yogyakarta: UGM.

- Dowd, K. (2005). *Measuring Market Risk*, 2<sup>nd</sup> Edition. England: John Wiley & Sons.
- Engle, R. F., and Patton, A. J. (2001). *What Good is Volatility Model? Quantitative Finance*. Institute of Physics Publishing 1, 237-245.
- Fallon, W. (1996). *Calculating Value-at-Risk. Paper presented at the Wharton Financial Institution Center's conference on Risk Management in Banking*.
- Gaglianone, W. P., Luiz, R., and Oliver, L. (2011). *Evaluating Value at Risk Models via Quantile Regressions*. Journal of Business & Economic Statistics, 29, pp. 150–160
- Gencay, R., and Selcuk, F. (2004). *Extreme Value Theory and Value at Risk: Relative Performance in emerging markets*. Journal of Forecasting 20, 287-303.
- Jorion, P. (2007). *Financial Risk Manager Handbook (4<sup>th</sup> ed)*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- JP Morgan. (1994). Technical Document 4<sup>th</sup> ed, Risk Metrics<sup>TM</sup>. New York.
- Koenker, R., and Basset, G. (1978). *Regression Quantiles*. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 46(1), 33e50.
- Kupiec, P. (1995). *Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models*. Journal of Derivatives 3, 73-84.
- Markowitz, H. (1952). *Portfolio Selection*. Journal of Finance, Vol. VII No.1.
- Masitoh, T.A. (2015). Pengaruh Hari Perdagangan terhadap Return Saham pada Perusahaan Perkebunan di BEI. *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen*, Vol 4 No 4.
- Nieppola, O. (2009). *Backtesting Value at Risk Models*. Helsinki Kauppakorkeakoulu: Helsinki School of Economics.
- Odening, M., and Hinrichs, J. (2002). *Using Extreme Value Theory to Estimate Value at Risk*. *Agricultural Finance Review*, Vol. 63, Issue. 1, Hal. 55-73.

- Rodoni, A. (2009). *Investasi Syariah*. Jakarta: Lembaga Penelitian UIN Jakarta.
- Rubinstein, R. Y. (1981). *Simulation and Monte Carlo Method*. New York: John Willey & Sons.
- Ruppert, D. (2004). *Statistics and Finance*. New York: Springer.
- Tandelilin, E. (2007). *Analisis Investasi dan Manajemen Portfolio*. Yogyakarta: BPFE.
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of Financial Time Series Second Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Data Harga Saham *Close* dan Nilai *Return* pada Saham PNBS

No	Date	Close	<i>Return</i>
1	1/16/2014	96	
2	1/17/2014	93	-0,0313
3	1/20/2014	91	-0,0215
4	1/21/2014	89	-0,022
5	1/22/2014	90	0,01124
6	1/23/2014	90	0
7	1/24/2014	91	0,01111
8	1/27/2014	89	-0,022
9	1/28/2014	89	0
10	1/29/2014	91	0,02247
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
665	8/17/2016	216	0
666	8/18/2016	212	-0,0185
667	8/19/2016	212	0
668	8/22/2016	212	0
669	8/23/2016	214	0,00943
670	8/24/2016	212	-0,0094
671	8/25/2016	214	0,00943
672	8/26/2016	214	0
673	8/29/2016	214	0
674	8/30/2016	214	0
675	8/31/2016	216	0,00935



## Lampiran 2

### Hasil Simulasi Monte Carlo dengan Menggunakan *Sliding Window* Pada Tingkat Kepercayaan 95%

NO.	W1	W2	W3	W4	W5	...	W424	W425
1	-0.03125	-0.02151	-0.02198	0.01124	0	...	0	0
2	-0.02151	-0.02198	0.01124	0	0.01111	...	0	0
3	-0.02198	0.01124	0	0.01111	-0.02198	...	0	-0.004
4	0.01124	0	0.01111	-0.02198	0	...	-0.004	-0.00803
5	0	0.01111	-0.02198	0	0.02247	...	-0.00803	0
6	0.01111	-0.02198	0	0.02247	0.02198	...	0	-0.00405
7	-0.02198	0	0.02247	0.02198	0	...	-0.00405	0
8	0	0.02247	0.02198	0	0.03226	...	0	-0.00813
9	0.02247	0.02198	0	0.03226	-0.01042	...	-0.00813	-0.0082
10	0.02198	0	0.03226	-0.01042	0.03158	...	-0.0082	-0.00826
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...
241	0.00549	0	0	0.00546	0	...	0	-0.01852
242	0	0	0.00546	0	0	...	-0.01852	0
243	0	0.00546	0	0	-0.01087	...	0	0
244	0.00546	0	0	-0.01087	-0.01099	...	0	0.00943
245	0	0	-0.01087	-0.01099	0	...	0.00943	-0.00935
246	0	-0.01087	-0.01099	0	0	...	-0.00935	0.00943
247	-0.01087	-0.01099	0	0	0.03889	...	0.00943	0
248	-0.01099	0	0	0.03889	0	...	0	0
249	0	0	0.03889	0	0.00535	...	0	0
250	0	0.03889	0	0.00535	-0.01064	...	0	0.00935

### LAMPIRAN 3

#### Hasil Estimasi Kerugian Maksimum $Q^*$ pada Tingkat Kepercayaan 95%

NO.	$Q^*$
1	0.028817
2	0.028767
3	0.028355
4	0.028514
5	0.029594
6	0.028993
7	0.029062
8	0.028118
9	0.028636
10	0.028249
11	0.027929
12	0.029161
13	0.026901
14	0.028413
15	0.027566
...	...
...	...
...	...
415	0.017777
416	0.017569
417	0.017397
418	0.017897
419	0.017541
420	0.017861
421	0.016763
422	0.017017
423	0.017235
424	0.017163
425	0.017037

#### LAMPIRAN 4

##### Hasil Estimasi Kerugian Maksimum $Q^*$ pada Tingkat Kepercayaan 99%

NO.	$Q^*$
1	0.041496
2	0.038997
3	0.039576
4	0.039939
5	0.039501
6	0.040121
7	0.040171
8	0.037776
9	0.039516
10	0.039005
11	0.036479
12	0.038311
13	0.036838
14	0.038091
15	0.038179
...	...
...	...
...	...
415	0.025829
416	0.025057
417	0.0259
418	0.024706
419	0.024789
420	0.025916
421	0.024853
422	0.025054
423	0.024662
424	0.025047
425	0.024347

## LAMPIRAN 5

### Sintak R Estimasi VaR dengan Menggunakan *Monte Carlo Simulation*

```
data=read.csv('D:/datareturn.csv',sep=',',header=TRUE)

return=data[,1]

m=250

nw=n-m+1

W=matrix(NA,m)

nsim=5000

pq=0,99

ws=matrix(0,nsim)

sim=matrix(NA,nsim)

Q=matrix(0,nw)

for (i in 1:nw)

{

  ww=return[i:(i+m-1)]

  W=cbind(W,ww)

  if (i==1){

    ww=ww[2:m]

  }

  me=mean(ww)

  std=sd(ww)
```

## Lampiran 5 (Lanjutan)

```
for (j in 1:nsim)
{
  rw=rnorm(m,me,std)

  me,rn=mean(rw)

  std,rn=sd(rw)

  ws[j]=qnorm(rand,me,rn,std,rn) #me,rn=mean random
}

ws=sort(ws)

sim=cbind(sim,ws)

Q[i]=quantile(ws,pq)
}

sim=sim[,2:ncol(sim)]

W=W[,2:ncol(W)]

write.csv(W,"D:/Window,csv")

write.csv(sim,"D:/datasimulasi,csv")

write.csv(Q,"D:/Quantile,csv")
```

## Lampiran 6

### Sintak R *Backtesting* dengan Menggunakan Metode *Kupiec Test*

```
data<-read.csv("datareturn.csv",header=TRUE)

data

vec_data = vec_data[250:674]

vec_data

nilaiVaR <-read.csv("QUANTILE99.csv",header=TRUE)

nilaiVaR=nilaiVaR[,2]

backtesting=function(nilaiVaR, vec_data,alfa){

TLoss=vec_data[vec_data>nilaiVaR]

NTLoss=length(TLoss)

NData=length(vec_data)

cat("Diketahui:\n")

cat("jumlah data=",NData,"\n")

cat("jumlah tail loss=",NTLoss,"\n")

cat("Persentase tail loss adalah=",NTLoss/425,"\n")

cat("uji hipotesis\n")

cat("Ho= Metode VaR valid digunakan\n")

cat("H1= Metode VaR tidak valid digunakan\n")

cat("tingkat signifikansi=",alfa,"\n")
```

## Lampiran 6 (Lanjutan)

```
cat("p-value=",1-pbinom(NTLoss,NData,alfa),"\n")

cat("Daerah kritis=Ho ditolak jika p-value < ",alfa,"\n")

cat("Kesimpulan:")

if((1-pbinom(NTLoss,NData,alfa))>alfa){cat("Ho gagal ditolak, metode VaR valid digunakan\n")}

else{cat("Ho ditolak, metode VaR tidak valid digunakan\n")}

}
```

## Lampiran 7

### Hasil *Backtesting* dengan Menggunakan Metode *Kupiec Test* untuk VaR 95%

Diketahui:

jumlah data= 425

jumlah tail loss= 27

Persentase tail loss adalah= 0.06352941

uji hipotesis

$H_0$ = Metode VaR valid digunakan

$H_1$ = Metode VaR tidak valid digunakan

tingkat signifikansi= 0.05

Daerah kritis= $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < 0.05$

Kesimpulan: $H_0$  gagal ditolak, metode VaR valid digunakan



## Lampiran 8

### Hasil *Backtesting* dengan Menggunakan *Kupiec Test* untuk VaR 99%

Diketahui:

jumlah data= 425

jumlah tail loss= 7

Persentase tail loss adalah= 0,01647059

uji hipotesis

$H_0$ = Metode VaR valid digunakan

$H_1$ = Metode VaR tidak valid digunakan

tingkat signifikansi= 0,01

Daerah kritis= $H_0$  ditolak jika  $p\text{-value} < 0,01$

Kesimpulan: $H_0$  gagal ditolak, metode VaR valid digunakan

## Lampiran 9

### Sintak R *Quantile Regression*

```
library(quantreg)

VaR,hhat = read.csv("QRT.csv",sep=",")

VaR,hhat

k1=rq(Y~X, data=VaR,hhat, tau=c(0,95, 0,99))

k1
```

## Lampiran 10

### Hasil *Quantile Regression*

Coefficients:

tau= 0.95   tau= 0.99

(Intercept) -0.005470768 -0.005339415

X        -0.085437111 -0.052947394

Degrees of freedom: 425 total; 423 residual

Coefficients:

tau= 0.95   tau= 0.99

(Intercept) -0.005432449 -0.005396071

X        -0.064183234 -0.036150564

Degrees of freedom: 425 total; 423 residual

## Lampiran 11

### Sintak R untuk Mendapatkan Nilai PDF pada *Backtesting* dengan Menggunakan Metode *Quantile Regression*

```
quant = read.csv('quantile.csv',sep=',',header=TRUE)

quant

pdf,q = matrix(0,425,1)

head(pdf,q)

for (i in 1:425){

  pdf,q[i] = dchisq(quant[i,1], df=2, ncp = 0, log = FALSE)

}
```

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap Nur Asmita Purnamasari, lahir di Mataram pada tanggal 28 Januari 1994. Penulis yang kesehariannya akrab dipanggil Asmita merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis antara lain SDN 2 Peteluan Indah, SMPN 16 Mataram, SMAN 6 Mataram. Pendidikan tinggi dimulai pada tahun 2011 di Program studi Matematika Universitas Mataram, dan menyelesaikan program S-1 pada tahun 2015, kemudian melanjutkan program pendidikan S-2 di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Segala saran dan kritik yang membangun untuk Tesis ini serta bagi yang ingin berdiskusi lebih lanjut dengan penulis dapat menghubungi via email dengan alamat [nurasmita25@gmail.com](mailto:nurasmita25@gmail.com).